

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

OZAWA

Group Art Unit: Unknown

Application No.: New

Examiner: Unknown

Filed: Concurrently Herewith

Attorney Dkt. No.: 108075-00116

For: FIFO MEMORY AND SEMICONDUCTOR DEVICE

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date: July 30, 2003

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign application(s) in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

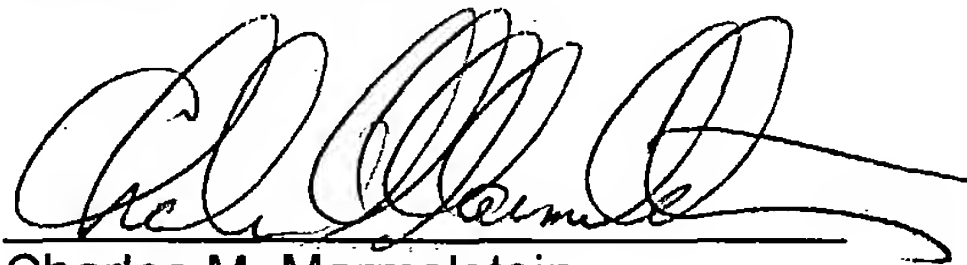
Japanese Patent Application No. 2002-221613 filed on July 30, 2002

In support of this claim, certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these/this document.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Deposit Account No. 01-2300.

Respectfully submitted,



Charles M. Marmelstein
Registration No. 25,895

Customer No. 004372
ARENT FOX KINTNER PLOTKIN & KAHN, PLLC
1050 Connecticut Avenue, N.W.,
Suite 400
Washington, D.C. 20036-5339
Tel: (202) 857-6000
Fax: (202) 638-4810
CMM/jch

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月30日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-221613

[ST.10/C]:

[JP2002-221613]

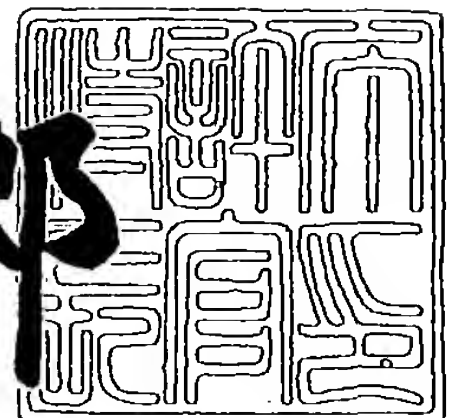
出 願 人
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 2月28日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3009226

【書類名】 特許願

【整理番号】 0240531

【提出日】 平成14年 7月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 13/38 320

【発明の名称】 F I F O メ モ リ 及 び 半 導 体 装 置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県春日井市高蔵寺町二丁目 1 8 4 4 番 2 富士通ヴ
ィエルエスアイ株式会社内

【氏名】 小澤 敬

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068755

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9909792

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 F I F O メモリ及び半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 書き込みクロックに従って書き込みポインタを更新する書き込みカウンタと、読み出しクロックに従って読み出しポインタを更新する読み出しカウンタと、前記書き込みポインタに対応するメモリセルにデータを書き込む書き込み動作及び前記読み出しポインタに対応するメモリセルのデータを読み出す読み出し動作を行うメモリと、を備える F I F O メモリであって、

現在の読み出しポインタと次の書き込みポインタが一致する状態で与えられる書き込みクロックに同期して満杯フラグを発生させる満杯フラグ制御手段と、

現在の書き込みポインタと次の読み出しポインタが一致する状態で与えられる読み出しクロックに同期して空フラグを発生させる空フラグ制御手段とを備えることを特徴とする F I F O メモリ。

【請求項 2】 書き込みクロックに従って書き込みポインタを更新する書き込みカウンタと、読み出しクロックに従って読み出しポインタを更新する読み出しカウンタと、前記書き込みポインタに対応するメモリセルにデータを書き込む書き込み動作及び前記読み出しポインタに対応するメモリセルのデータを読み出す読み出し動作を行うメモリと、を備える F I F O メモリであって、

現在の読み出しポインタと次の書き込みポインタが一致する状態で与えられる書き込みクロックに同期して満杯フラグを発生させ、現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタが一致していない状態で与えられる書き込みクロックに同期して前記満杯フラグを解除する満杯フラグ制御手段と、

現在の書き込みポインタと次の読み出しポインタが一致する状態で与えられる読み出しクロックに同期して空フラグを発生させ、現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタが一致していない状態で与えられる読み出しクロックに同期して前記空フラグを解除する空フラグ制御手段とを備えることを特徴とする F I F O メモリ。

【請求項 3】 現在の読み出しポインタと次の書き込みポインタを比較し、該 2 つのポインタが一致する場合に前記満杯フラグを発生させるための信号を出

力する第 1 の比較手段と、

現在の書き込みポインタと次の読み出しポインタを比較し、該 2 つのポインタが一致する場合に前記空フラグを発生させるための信号を出力する第 2 の比較手段と

を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の F I F O メモリ。

【請求項 4】 現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタとを比較し、該 2 つのポインタが不一致である場合に前記満杯フラグ或いは前記空フラグを解除させるための信号を出力する第 3 の比較手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項記載の F I F O メモリ。

【請求項 5】 前記満杯フラグ制御手段は、前記第 1 の比較手段から出力される信号を前記満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期して取り込む比較結果判定手段を備え、

前記空フラグ制御手段は、前記第 2 の比較手段から出力される信号を前記空フラグにより制御された読み出しクロックに同期して取り込む比較結果判定手段を備える、ことを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の F I F O メモリ。

【請求項 6】 前記満杯フラグ制御手段は、前記第 3 の比較手段から出力される信号を書き込みクロックに同期して取り込む比較結果判定手段を備え、

前記空フラグ制御手段は、前記第 3 の比較手段から出力される信号を読み出しクロックに同期して取り込む比較結果判定手段を備える、ことを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の F I F O メモリ。

【請求項 7】 前記メモリは、前記書き込みカウンタから出力される現在の書き込みポインタに応答して書き込み動作を行い、前記読み出しカウンタから出力される現在の読み出しポインタに応答して読み出し動作を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項記載の F I F O メモリ。

【請求項 8】 前記メモリは、前記書き込みカウンタから出力される次の書き込みポインタを予め入力して前記満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期して書き込み動作を行い、前記読み出しカウンタから出力される次の読み出しポインタを予め入力して前記空フラグにより制御された読み出しクロックに同期して読み出し動作を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項記

載の F I F O メモリ。

【請求項 9】 前記メモリは、

複数のメモリセルと、

前記満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期して前記メモリセルを順次選択する第 1 シフトレジスタと、

該第 1 シフトレジスタにより選択されたメモリセルにデータを書き込む書き込み回路と、

前記空フラグにより制御された読み出しクロックに同期して前記メモリセルを順次選択する第 2 シフトレジスタと、

該第 2 シフトレジスタにより選択されたメモリセルのデータを読み出す読み出し回路と

を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項記載の F I F O メモリ。

【請求項 10】 請求項 1 乃至 9 の何れか一項記載の F I F O メモリを備えたことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は F I F O メモリ及び半導体装置に係り、詳しくは高速動作するシステムと低速動作するシステム間のデータ転送を行う際に使用して好適な F I F O メモリに関する。

【0002】

一般に、F I F O (First-In First-Out) メモリは、2つのシステム間のデータ転送に多く用いられる。F I F O メモリはデータの書き込みと読み出しを非同期で行うことが可能であり、データ転送を行う双方のシステムは互いに非同期（異なる動作周波数）で動作することが可能である。このような動作周波数の異なるシステム間のデータ転送を行う際には、F I F O メモリにおけるデータの満杯状態や空状態を監視し、オーバーフローやアンダーフローを確実に防止する必要がある。

【0003】

【従来の技術】

図15は、従来のFIFOメモリの構成を示すブロック回路図である。

このFIFOメモリ111は、例えばデータ転送を行う図示しない2つのシステム間に設けられている。尚、FIFOメモリ111に接続される各システム（データ送信側のシステムとデータ受信側のシステム）の動作周波数は互いに異なり、双方のシステムはそれぞれ非同期で動作する。

【0004】

FIFOメモリ111は、双方のシステム間で転送するデータを保持するメモリ112と、書き込みカウンタ113と、読み出しカウンタ114と、比較回路115と、フラグ発生／解除回路116とを備えている。

【0005】

メモリ112は、一方（データ送信側）のシステムが出力するデータを書き込むための書き込みポートと、該メモリ112に格納されているデータを読み出して他方（データ受信側）のシステムに供給するための読み出しポートとを備える2ポートメモリである。このメモリ112は、該メモリ112に格納されているデータをそれが書き込まれた順に読み出す。

【0006】

書き込みカウンタ113は、データ送信側のシステムの動作周波数を持つ書き込みクロックWCKを入力し、データ書き込み時のメモリ112のアドレスを示す書き込みポインタWQを生成する。詳しくは、書き込みカウンタ113は、書き込みクロックWCKの入力毎に書き込みポインタWQをインクリメントしてメモリ112に出力し、メモリ112は、その書き込みポインタWQに対応するアドレスのメモリセル（図示略）にデータを書き込む。

【0007】

同様に、読み出しカウンタ114は、データ受信側のシステムの動作周波数を持つ読み出しクロックRCKを入力し、データ読み出し時のメモリ112のアドレスを示す読み出しポインタRQを生成する。詳しくは、読み出しカウンタ114は、読み出しクロックRCKの入力毎に読み出しポインタRQをインクリメントしてメモリ112に出力し、メモリ112は、その読み出しポインタRQに対

応するアドレスのメモリセル（図示略）からデータを読み出す。

【0 0 0 8】

尚、上記した各カウンタ 1 1 3, 1 1 4 は、それぞれ所定数ずつのポインタ W Q, R Q を出力した後、再び最初のポインタ W Q, R Q を出力するように構成されるリングカウンタである（但し、各カウンタ 1 1 3, 1 1 4 でのカウント数は同じ）。

【0 0 0 9】

比較回路 1 1 5 は、データの書き込み時に書き込みカウンタ 1 1 3 から出力される書き込みポインタ W Q とその時の読み出しポインタ R Q とを比較し、各ポインタ W Q, R Q が一致するか否かを判断する。また、比較回路 1 1 5 は、データの読み出し時に読み出しカウンタ 1 1 4 から出力される読み出しポインタ R Q とその時の書き込みポインタ W Q とを比較し、各ポインタ R Q, W Q が一致するか否かを判断する。

【0 0 1 0】

フラグ発生／解除回路 1 1 6 は、比較回路 1 1 5 から出力される検出信号にตอบสนองして、メモリ 1 1 2 に格納されているデータが満杯状態であることを示す満杯フラグ F F、或いはメモリ 1 1 2 内のデータが空状態であることを示す空フラグ E F を生成する。

【0 0 1 1】

詳述すると、フラグ発生／解除回路 1 1 6 は、書き込み動作時に書き込みポインタ W Q と読み出しポインタ R Q とが互いに一致する場合に、それを検出する比較回路 1 1 5 からの検出信号にตอบสนองして満杯フラグ F F を生成する。この満杯フラグ F F にตอบสนองして書き込みカウンタ 1 1 3 は動作を停止する。逆に、フラグ発生／解除回路 1 1 6 は、読み出し動作時に読み出しポインタ R Q と書き込みポインタ W Q とが互いに一致する場合に、それを検出する比較回路 1 1 5 からの検出信号にตอบสนองして空フラグ E F を生成する。この空フラグ E F にตอบสนองして読み出しカウンタ 1 1 4 は動作を停止する。

【0 0 1 2】

このような F I F O メモリ 1 1 1 と接続される 2 つのシステムにおいて、例え

ば、データ送信側のシステムの動作周波数がデータ受信側のシステムの動作周波数よりも高い場合は、書き込み動作が読み出し動作よりも多くなる。

【0 0 1 3】

その結果、メモリ 1 1 2 に書き込まれたが、まだ読み出されていないデータが次第に増加し、遂にはメモリ 1 1 2 内に新たなデータを書き込み可能とするアドレスがなくなって、メモリ 1 1 2 は満杯状態となる。そして、この状態では、書き込みカウンタ 1 1 3 から出力される書き込みポインタ WQ が読み出しポインタ RQ と一致し、フラグ発生／解除回路 1 1 6 は満杯フラグ F F を出力する。これにより、書き込みカウンタ 1 1 3 は動作を停止し、メモリ 1 1 2 への書き込み動作が禁止される。このメモリ 1 1 2 の満杯状態は、その後、データの読み出し動作が行われ、新たにデータを書き込み可能（具体的には既存のデータに上書き可能）とするアドレスがメモリ 1 1 2 内に確保されるまで続く。

【0 0 1 4】

一方、これとは逆に、データ受信側のシステムの動作周波数がデータ送信側のシステムの動作周波数よりも高い場合は、読み出し動作が書き込み動作よりも多くなる。

【0 0 1 5】

その結果、メモリ 1 1 2 に書き込まれたが、まだ読み出されていないデータが次第に減少し、遂にはメモリ 1 1 2 内から読み出すべきデータがなくなって、メモリ 1 1 2 は空状態となる。そして、この状態では、読み出しカウンタ 1 1 4 から出力される読み出しポインタ RQ が書き込みポインタ WQ と一致し、フラグ発生／解除回路 1 1 6 は空フラグ E F を出力する。これにより、読み出しカウンタ 1 1 4 は動作を停止し、メモリ 1 1 2 からの読み出し動作が禁止される。このメモリ 1 1 2 の空状態は、その後、データの書き込み動作が行われ、新たにデータを読み出し可能とするアドレスがメモリ 1 1 2 内に発生するまで続く。

【0 0 1 6】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような F I F O メモリ 1 1 1 において、メモリ 1 1 2 が満杯状態であるにも関わらず、書き込み動作が継続して行われる場合には、まだ読み出されてい

ないデータが上書きされることによりデータの欠落が生じ、メモリ 1 1 2 はオーバーフローの状態となる。逆に、メモリ 1 1 2 が空状態であるにも関わらず、読み出し動作が継続して行われる場合には、既に読み出されたデータが再度読み出されることになり、メモリ 1 1 2 はアンダーフローの状態となる。

【0 0 1 7】

これらのオーバーフローやアンダーフローが発生する場合、データ転送が正常に行われず、転送エラーとなる。このため、F I F Oメモリ 1 1 1 は、データ転送時にメモリ 1 1 2 の状態を監視し、データの満杯状態や空状態を検出することで、上記のようなオーバーフローやアンダーフローの発生を事前に防止するようにしている。

【0 0 1 8】

ところで、従来のF I F Oメモリ 1 1 1において、メモリ 1 1 2 の満杯状態を示す満杯フラグ F F や空状態を示す空フラグ E F がフラグ発生／解除回路 1 1 6 から実際に出力されるまでの遅延時間は、上記各カウンタ 1 1 3, 1 1 4、比較回路 1 1 5 及びフラグ発生／解除回路 1 1 6 での遅延時間に依存している。このため、満杯フラグ F F や空フラグ E F の出力遅延が大きくなっていた。

【0 0 1 9】

満杯フラグ F F や空フラグ E F は、次のサイクルの動作の判断基準となる。従って、各フラグ F F, E F の出力遅延が大きくなると、次のサイクルで書き込み動作や読み出し動作を行うか否かの判断が遅れることにより、オーバーフローやアンダーフローを発生させてしまう場合があった。このため、これらのオーバーフローやアンダーフローの発生を回避するために、高速動作するシステム側の動作周波数を低下させる必要が生じ、結果的にシステム全体の動作速度を低下させてしまうという問題があった。

【0 0 2 0】

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的はシステム全体の性能を維持しながらデータのオーバーフロー及びアンダーフローの発生を確実に防止することのできるF I F Oメモリ及びそのF I F Oメモリを備えた半導体装置を提供することにある。

【 0 0 2 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明によれば、満杯フラグ制御手段は、現在の読み出しポインタと次の書き込みポインタが一致する状態で与えられる書き込みクロックに同期して満杯フラグを発生させる。これにより、メモリが満杯状態となった場合の満杯フラグの発生を高速化させることが可能であり、書き込みクロックが高い周波数である場合にも、その周波数を維持したままオーバーフローの発生を確実に防止することができる。また、空フラグ制御手段は、現在の書き込みポインタと次の読み出しポインタが一致する状態で与えられる読み出しクロックに同期して空フラグを発生させる。これにより、メモリが空状態となった場合の空フラグの発生を高速化させることが可能であり、読み出しクロックが高い周波数である場合にも、その周波数を維持したままアンダーフローの発生を確実に防止することができる。

【 0 0 2 2 】

請求項 2 に記載の発明によれば、満杯フラグ制御手段は、現在の読み出しポインタと次の書き込みポインタが一致する状態で与えられる書き込みクロックに同期して満杯フラグを発生させ、現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタが一致していない状態で与えられる書き込みクロックに同期して満杯フラグを解除する。これにより、満杯フラグの発生／解除を迅速に行うことができる。また、空フラグ制御手段は、現在の書き込みポインタと次の読み出しポインタが一致する状態で与えられる読み出しクロックに同期して空フラグを発生させ、現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタが一致していない状態で与えられる読み出しクロックに同期して空フラグを解除する。これにより、空フラグの発生／解除を迅速に行うことができる。

【 0 0 2 3 】

請求項 3 に記載の発明によれば、第 1 の比較手段は、現在の読み出しポインタと次の書き込みポインタを比較して、次の書き込みクロックでメモリが満杯状態になることを予め検出する。これにより、満杯フラグ制御手段は、第 1 の比較手段の出力信号を参照して満杯フラグを発生させる。また、第 2 の比較手段は、現

在の書き込みポインタと次の読み出しポインタを比較して、次の読み出しクロックでメモリが空状態になることを予め検出する。これにより、空フラグ制御手段は、第2の比較手段の出力信号を参照して空フラグを発生させる。

【 0 0 2 4 】

請求項4に記載の発明によれば、第3の比較手段は、現在の書き込みポインタと現在の読み出しポインタを比較して、それら2つのポインタが不一致である場合を検出する。これにより、満杯フラグ制御手段及び空フラグ制御手段は、第3の比較手段の出力信号を参照して満杯フラグ、空フラグをそれぞれ解除する。

【 0 0 2 5 】

請求項5に記載の発明によれば、満杯フラグ制御手段は、第1の比較手段から出力される信号を満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期して取り込むための比較結果判定手段を備えている。また、空フラグ制御手段は、第2の比較手段から出力される信号を前記空フラグにより制御された読み出しクロックに同期して取り込むための比較結果判定手段を備えている。

【 0 0 2 6 】

請求項6に記載の発明によれば、満杯フラグ制御手段は、第3の比較手段から出力される信号を書き込みクロックに同期して取り込むための比較結果判定手段をさらに備えている。また、空フラグ制御手段は、第3の比較手段から出力される信号を読み出しクロックに同期して取り込むための比較結果判定手段をさらに備えている。

【 0 0 2 7 】

請求項7に記載の発明によれば、メモリは、書き込みカウンタから出力される現在の書き込みポインタに応答して書き込み動作を行い、読み出しカウンタから出力される現在の読み出しポインタに応答して読み出し動作を行う。

【 0 0 2 8 】

請求項8に記載の発明によれば、メモリには、書き込みカウンタから出力される次の書き込みポインタと読み出しカウンタから出力される次の読み出しポインタとが入力される。そして、メモリは、満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期して、予め入力された書き込みポインタに対応するメモリセルにデ

ータを書き込み、空フラグにより制御された読み出しクロックに同期して、予め入力された読み出しポインタに対応するメモリセルのデータを読み出す。これにより、書き込み動作及び読み出し動作がより高速化される。

【 0 0 2 9 】

請求項 9 に記載の発明によれば、メモリは、複数のメモリセルと、満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期してメモリセルを順次選択する第 1 シフトレジスタと、該選択されたメモリセルにデータを書き込む書き込み回路と、空フラグにより制御された読み出しクロックに同期してメモリセルを順次選択する第 2 シフトレジスタと、該選択されたメモリセルのデータを読み出す読み出し回路とを備えている。これにより、書き込み動作及び読み出し動作が高速化されるとともに、F I F O メモリの回路規模を小さくすることが可能である。

【 0 0 3 0 】

請求項 1 0 に記載の発明によれば、請求項 1 乃至 9 の何れか一項記載の F I F O メモリを備えた半導体装置では、システムの性能を維持したまま、且つ、データのオーバーフロー及びアンダーフローを確実に防止しながらデータ転送を行うことが可能である。

【 0 0 3 1 】

【発明の実施の形態】

（第一実施形態）

以下、本発明を具体化した第一実施形態を図 1 ～図 1 2 に従って説明する。

【 0 0 3 2 】

図 1 は、本実施形態の F I F O メモリの構成を示すブロック回路図である。

この F I F O メモリ 1 1 は、例えばデータ転送を行う図示しない 2 つのシステム間に設けられている。尚、F I F O メモリ 1 1 に接続される各システム（データ送信側のシステムとデータ受信側のシステム）の動作周波数は互いに異なり、双方のシステムはそれぞれ非同期で動作する。

【 0 0 3 3 】

F I F O メモリ 1 1 は、メモリ 1 2 と、書き込みカウンタ 1 3 と、読み出しカウンタ 1 4 と、第 1 ～第 3 の比較手段としての第 1 ～第 3 の比較回路 1 5 ～1 7

と、満杯フラグ制御手段としての満杯フラグ発生／解除回路 1 8 と、空フラグ制御手段としての空フラグ発生／解除回路 1 9 とを備える。尚、同図では、F I F O メモリ 1 1 の初期設定を行うための初期化回路と初期化信号（リセット信号）は省略されている。

【 0 0 3 4 】

メモリ 1 2 は、書き込みポートと読み出しポート（何れも図示略）を持つ 2 ポートメモリである。このメモリ 1 2 は、一方（データ送信側）のシステムが出力するデータを書き込みポートを介して書き込み、該メモリ 1 2 に格納されているデータをそれが書き込まれた順に読み出して読み出しポートから他方（データ受信側）のシステムに供給する。

【 0 0 3 5 】

書き込みカウンタ 1 3 は、データ送信側のシステムの動作周波数を持つ書き込みクロック W C K を入力し、データ書き込み時のメモリ 1 2 のアドレスを示す現在の書き込みポインタ W Q A と、次のデータ書き込み時のメモリ 1 2 のアドレスを示す次の書き込みポインタ W Q C を生成する。

【 0 0 3 6 】

詳しくは、書き込みカウンタ 1 3 は、書き込みクロック W C K の入力毎に現在の書き込みポインタ W Q A と次の書き込みポインタ W Q C をそれぞれインクリメントし、現在の書き込みポインタ W Q A をメモリ 1 2 に供給する。これにより、メモリ 1 2 は、現在の書き込みポインタ W Q A に対応するアドレスのメモリセル（図示略）にデータを書き込む。

【 0 0 3 7 】

同様に、読み出しカウンタ 1 4 は、データ受信側のシステムの動作周波数を持つ読み出しクロック R C K を入力し、データ読み出し時のメモリ 1 2 のアドレスを示す現在の読み出しポインタ R Q A と、次のデータ読み出し時のメモリ 1 2 のアドレスを示す次の読み出しポインタ R Q C を生成する。

【 0 0 3 8 】

詳しくは、読み出しカウンタ 1 4 は、読み出しクロック R C K の入力毎に現在の読み出しポインタ R Q A と次の読み出しポインタ R Q C をそれぞれインクリメ

ントし、現在の読み出しポインタRQAをメモリ12に供給する。これにより、メモリ12は、現在の読み出しポインタRQAに対応するアドレスのメモリセル（図示略）からデータを読み出す。

【0039】

ここで、上記書き込みカウンタ13は、所定数の書き込みポインタWQAを出力した後、再び最初の書き込みポインタWQAを出力するリングカウンタである。同様に、読み出しカウンタ14は、所定数の読み出しポインタRQAを出力した後、再び最初の読み出しポインタRQAを出力するリングカウンタである。（但し、各カウンタ13、14でのカウント数は同じ）。

【0040】

第1の比較手段としての第1の比較回路15は、書き込みカウンタ13から出力される次の書き込みポインタWQCと読み出しカウンタ14から出力される現在の読み出しポインタRQAとを比較し、各ポインタWQC、RQAが互いに一致する状態を検出する。

【0041】

第2の比較回路16は、書き込みカウンタ13から出力される現在の書き込みポインタWQAと読み出しカウンタ14から出力される次の読み出しポインタRQCとを比較し、各ポインタWQA、RQCが互いに一致する状態を検出する。

【0042】

第3の比較回路17は、書き込みカウンタ13から出力される現在の書き込みポインタWQAと読み出しカウンタ14から出力される現在の読み出しポインタRQAとを比較し、各ポインタWQA、RQAが互いに一致しない状態を検出する。

【0043】

満杯フラグ発生／解除回路18は、第1及び第3の比較回路15、17から出力される信号に基づいて、メモリ12に格納されているデータが満杯状態であることを示す満杯フラグFFの発生／解除を行う。

【0044】

詳しくは、満杯フラグ発生／解除回路18は、次の書き込みポインタWQCと

現在の読み出しポインタ R Q A との一致状態を示す信号が第 1 の比較回路 1 5 から出力されている状態で書き込みクロック W C K が入力されると、それに応答して満杯フラグ F F を生成する。また、満杯フラグ発生／解除回路 1 8 は、現在の書き込みポインタ W Q A と現在の読み出しポインタ R Q A との不一致状態を示す信号が第 3 の比較回路 1 7 から出力されている状態で書き込みクロック W C K が入力されると、それに応答して満杯フラグ F F を解除する（即ち満杯フラグ F F の出力を停止する）。

【 0 0 4 5 】

空フラグ発生／解除回路 1 9 は、第 2 及び第 3 の比較回路 1 6, 1 7 から出力される信号に基づいて、メモリ 1 2 に格納されているデータが空状態であることを示す空フラグ E F の発生／解除を行う。

【 0 0 4 6 】

詳述すると、空フラグ発生／解除回路 1 9 は、次の読み出しポインタ R Q C と現在の書き込みポインタ W Q A との一致状態を示す信号が第 2 の比較回路 1 6 から出力されている状態で読み出しクロック R C K が入力されると、それに応答して空フラグ E F を生成する。また、空フラグ発生／解除回路 1 9 は、現在の書き込みポインタ W Q A と現在の読み出しポインタ R Q A との不一致状態を示す信号が第 3 の比較回路 1 7 から出力されている状態で読み出しクロック R C K が入力されると、それに応答して空フラグ E F を解除する（即ち空フラグ E F の出力を停止する）。

【 0 0 4 7 】

以下、F I F O メモリ 1 1 を構成する各回路について詳述する。

図 2 は、書き込みカウンタ 1 3 の一構成例を示すブロック回路図である。尚、読み出しカウンタ 1 4 は、書き込みカウンタ 1 3 と同様な構成であるため、ここでは詳細な説明は省略する。

【 0 0 4 8 】

本実施形態において、書き込みカウンタ 1 3 は、例えば 4 ビットのアドレスを示す各ポインタ（現在の書き込みポインタ W Q A 及び次の書き込みポインタ W Q C）を生成する。この書き込みカウンタ 1 3 は、クロック制御回路 2 1 と、第 1

～第4フリップフロップ回路22～25と、カウントアップ論理回路26とを含む。

【0049】

クロック制御回路21は、書き込みクロックWCK及び満杯フラグ発生／解除回路18から出力される満杯フラグFFを入力し、該満杯フラグFFにより書き込みクロックWCKを制御した書き込み制御クロックWCK2を生成する。尚、本実施形態において、書き込みクロックWCKは、自走式クロック(free running clock)であって(読み出しクロックRCKも同様である)、クロック制御回路21は、満杯フラグFFが発生している間は書き込みクロックWCKを停止するように書き込み制御クロックWCK2を生成する。

【0050】

第1～第4フリップフロップ回路22～25は、クロック入力端子CLKに書き込み制御クロックWCK2を入力し、リセット入力端子RESにFIFOリセット信号RSを入力し、データ入力端子Dにカウントアップ論理回路26の出力信号を入力する。各フリップフロップ回路22～25は、書き込み制御クロックWCK2に応答してカウントアップ論理回路26から出力されるポインタ信号QCを取り込み、データ出力端子Qからポインタ信号QAを出力する。そして、書き込みカウンタ13は、これらのポインタ信号QAからなる4ビットのアドレスを現在の書き込みポインタWQAとして出力する。

【0051】

カウントアップ論理回路26は、フリップフロップ回路22～25から出力される各ポインタ信号QAを入力し、現在の書き込みポインタWQA(即ちアドレス)をインクリメントするように生成した各ポインタ信号QCを出力する。そして、書き込みカウンタ13は、これらのポインタ信号QCからなる4ビットのアドレスを次の書き込みポインタWQCとして出力する。

【0052】

この書き込みカウンタ13は、各フリップフロップ回路22～25にFIFOリセット信号RSが入力されることで初期化される。また、上記したように、この書き込みカウンタ13はリングカウンタとして構成され、所定数の書き込みポ

インタWQAを出力した後、再び先頭の書き込みポインタWQAを出力する。

【 0 0 5 3 】

次に、第1～第3の比較回路15～17の構成について説明する。

図3は、第1の比較回路15の一構成例を示す回路図である。この第1の比較回路15は、第1～第4イー・オア(Exclusive OR)回路31～34と、ノア回路35とを含む。

【 0 0 5 4 】

各イー・オア回路31～34には、書き込みカウンタ13から出力される次の書き込みポインタWQCと読み出しカウンタ14から出力される現在の読み出しポインタRQAの各対応するビット位置のポインタ信号WQC[0]～[3]，RQA[0]～[3]がそれぞれ入力される。そして、各イー・オア回路31～34は、互いのポインタ信号WQC[0]～[3]，RQA[0]～[3]が一致する場合にLレベルの信号を出力し、逆に一致しない場合にHレベルの信号を出力する。

【 0 0 5 5 】

ノア回路35は、各イー・オア回路31～34から出力される信号が全てLレベルの信号である場合にHレベルの信号を出力する。即ち、第1の比較回路15は、次の書き込みポインタWQCと現在の読み出しポインタRQAが一致する場合にHレベルの信号を出力する。逆に、ノア回路35は、各イー・オア回路31～34から出力される信号のうち少なくとも何れか1つがHレベルの信号である場合にLレベルの信号を出力する。即ち、第1の比較回路15は、次の書き込みポインタWQCと現在の読み出しポインタRQAが不一致である場合にLレベルの信号を出力する。

【 0 0 5 6 】

第2の比較回路16は、第1の比較回路15と同様な構成である。即ち、第2の比較回路16は、現在の書き込みポインタWQAと次の読み出しポインタRQCが一致する場合にHレベルの信号を出力し、逆に、それら2つのポインタWQA，RQCが一致しない場合にLレベルの信号を出力する。

【 0 0 5 7 】

第3の比較回路17は、第1の比較回路15を構成するノア回路35に替えて

オア回路（図示略）を備えた構成である。即ち、第3の比較回路17は、現在の書き込みポインタWQAと現在の読み出しポインタRQAが不一致である場合にHレベルの信号を出力し、逆に、それら2つのポインタWQA, RQAが一致する場合にLレベルの信号を出力する。

【0058】

図4は、満杯フラグ発生／解除回路18の一構成例を示すブロック回路図である。この満杯フラグ発生／解除回路18は、クロック制御回路41と、比較結果判定手段としての第1及び第2比較結果判定回路42, 43と、フラグ制御回路44と、フラグ出力回路45とを含む。

【0059】

クロック制御回路41は、上記書き込みカウンタ13が備えるクロック制御回路21と同様な構成であり、満杯フラグFFが発生している間は書き込みクロックWCKを停止するように書き込み制御クロックWCK2を生成する。

【0060】

第1比較結果判定回路42は、書き込み制御クロックWCK2に同期して第1の比較回路15からの出力信号を取り込む。詳しくは、第1比較結果判定回路42は、次の書き込みポインタWQCと現在の読み出しポインタRQAの一致を示す信号（具体的には第1の比較回路15から出力されるHレベルの信号）が入力される状態で書き込み制御クロックWCK2が入力されると、フラグセット信号FSを出力する。

【0061】

第2比較結果判定回路43は、書き込みクロックWCKに同期して第3の比較回路17からの出力信号を取り込む。詳しくは、第2比較結果判定回路43は、現在の書き込みポインタWQAと現在の読み出しポインタRQAの不一致を示す信号（具体的には第3の比較回路17から出力されるHレベルの信号）が入力される状態で書き込みクロックWCKが入力されると、フラグリセット信号FRを出力する。

【0062】

フラグ制御回路44は、フラグセット信号FS及びフラグリセット信号FRを

フラグ出力回路 4 5 に出力する。このフラグ制御回路 4 4 は、F I F O リセット信号 R S によって初期化される。また、フラグ制御回路 4 4 は、空フラグ発生／解除回路 1 9 から出力される空フラグ E F によってフラグセット信号 F S 及びフラグリセット信号 F R の出力を停止する。即ち、フラグ制御回路 4 4 は、空フラグ発生／解除回路 1 9 から空フラグ E F が出力される場合に、満杯フラグ発生／解除回路 1 8 から満杯フラグ F F が出力されないようにする。

【 0 0 6 3 】

フラグ出力回路 4 5 は、フラグ制御回路 4 4 から出力されるフラグセット信号 F S に応答して満杯フラグ F F を出力する。そして、この状態において、フラグ出力回路 4 5 は、フラグ制御回路 4 4 からフラグリセット信号 F R が出力されると、それに応答して満杯フラグ F F の出力を停止する。

【 0 0 6 4 】

図 5 は、第 1 比較結果判定回路 4 2 の具体的構成を示すブロック回路図である。尚、第 2 比較結果判定回路 4 3 は、第 1 比較結果判定回路 4 2 と同様な構成であるため、ここでは詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 5 】

第 1 比較結果判定回路 4 2 は、フリップフロップ回路 5 1 と、遅延回路 5 2 とを含む。フリップフロップ回路 5 1 は、クロック入力端子 C L K に書き込み制御クロック W C K 2 を入力し、データ入力端子 D に第 1 の比較回路 1 5 からの出力信号を入力する。また、リセット入力端子 R E S には、データ出力端子 Q から出力される信号が遅延回路 5 2 を介して入力される。従って、第 1 比較結果判定回路 4 2 は、次の書き込みポインタ W Q C と現在の読み出しポインタ R Q A の一致信号が入力される状態で書き込み制御クロック W C K 2 が入力されると、遅延回路 5 2 の遅延時間に対応したパルス幅を持つ H レベルのフラグセット信号 F S を比較結果判定信号として出力する。

【 0 0 6 6 】

図 6 は、フラグ出力回路 4 5 の具体的構成を示すブロック回路図である。

フラグ出力回路 4 5 は、セット入力端子 S E T 及びリセット入力端子 R E S を持つ一般的なフリップフロップ回路で構成され、セット入力端子 S E T にフラグ

セット信号 F S を入力し、リセット入力端子 R E S にフラグリセット信号 F R を入力する。このフリップフロップ回路のクロック入力端子 C L K 及びデータ入力端子 D には、例えば L レベルの信号が入力される。従って、フラグ出力回路 4 5 は、H レベルのフラグセット信号 F S に応答して満杯フラグ F F を出力する（フリップフロップ回路から H レベルの信号が出力される）。そして、この状態において、フラグ出力回路 4 5 は、H レベルのフラグリセット信号 F R に応答して満杯フラグ F F を解除する（フリップフロップ回路から L レベルの信号が出力される）。

【 0 0 6 7 】

図 7 は、空フラグ発生／解除回路 1 9 の一構成例を示すブロック回路図である。この空フラグ発生／解除回路 1 9 は、クロック制御回路 6 1 と、比較結果判定手段としての第 1 及び第 2 比較結果判定回路 6 2, 6 3 と、フラグ制御回路 6 4 と、フラグ出力回路 6 5 とを含む。尚、空フラグ発生／解除回路 1 9 の動作は上述した満杯フラグ発生／解除回路 1 8 の動作と同様であるため、ここでは詳細な説明を一部省略する。

【 0 0 6 8 】

即ち、空フラグ発生／解除回路 1 9 は、次の読み出しポインタ R Q C と現在の書き込みポインタ W Q A の一致を示す信号（具体的には第 2 の比較回路 1 6 から出力される H レベルの信号）が入力される状態で読み出し制御クロック R C K 2 が入力されると、空フラグ E F を出力する。逆に、空フラグ発生／解除回路 1 9 は、現在の読み出しポインタ R Q A と現在の書き込みポインタ W Q A の不一致を示す信号（具体的には第 3 の比較回路 1 7 から出力される H レベルの信号）が入力される状態で読み出しクロック R C K が入力されると、空フラグ E F の出力を停止する。

【 0 0 6 9 】

次に、この F I F O メモリ 1 1 の作用について説明する。

図 9 は、満杯フラグ発生／解除回路 1 8 の動作波形図である。尚、この動作波形図は、空フラグ E F が発生されない場合について示したものである。

【 0 0 7 0 】

今、タイミング t_a の書き込みクロック WCK の立ち上がりに応答して、書き込み制御クロック WCK_2 が立ち上がる。この書き込み制御クロック WCK_2 の立ち上がりに応答して、書き込みカウンタ 13 は、現在の書き込みポインタ WQA 及び次の書き込みポインタ WQC をインクリメントし、値 “D” を持つ現在の書き込みポインタ WQA 及び値 “E” を持つ次の書き込みポインタ WQC をそれぞれ出力する。これにより、メモリ 12 は、値 “D” を持つ現在の書き込みポインタ WQA に対応するアドレスのメモリセルにデータを書き込む。

【 0 0 7 1 】

また、その際、現在の読み出しポインタ RQA は値 “E” であり、メモリ 12 は、それに対応するアドレスのメモリセルからデータを読み出している。従って、次の書き込みポインタ WQC (“E”) と現在の読み出しポインタ RQA (“E”) が一致し、第 1 の比較回路 15 は、それらの一致状態 ($WQC = RQA$) を検出して H レベルの信号を出力する。

【 0 0 7 2 】

次いで、タイミング t_b の書き込みクロック WCK の立ち上がりに応答して、書き込み制御クロック WCK_2 が立ち上がる。この書き込み制御クロック WCK_2 の立ち上がりに応答して、満杯フラグ発生／解除回路 18 の第 1 比較結果判定回路 42 は所定のパルス幅を持つフラグセット信号 FS を出力し、フラグ制御回路 44 はそのフラグセット信号 FS をフラグ出力回路 45 のセット入力端子 SET に出力する。従って、フラグ出力回路 45 は満杯フラグ FF を出力する（即ちフラグ出力回路 45 は H レベルの信号を出力する）。

【 0 0 7 3 】

また、この書き込み制御クロック WCK_2 の立ち上がりに応答して、書き込みカウンタ 13 は、現在の書き込みポインタ WQA 及び次の書き込みポインタ WQC をインクリメントし、値 “E” を持つ現在の書き込みポインタ WQA 及び値 “F” を持つ次の書き込みポインタ WQC をそれぞれ出力する。これにより、メモリ 12 は、値 “E” を持つ現在の書き込みポインタ WQA に対応するアドレスのメモリセルにデータを書き込む。

【 0 0 7 4 】

その後、読み出しクロック RCK の立ち上がりに応答して、読み出し制御クロック RCK 2 が立ち上がる。この読み出し制御クロック RCK 2 に応答して、読み出しカウンタ 1 4 は、現在の読み出しポインタ RQA 及び次の読み出しポインタ RQC をインクリメントし、値 “F” を持つ現在の読み出しポインタ RQA と値 “G” を持つ次の読み出しポインタ RQC をそれぞれ出力する。これにより、メモリ 1 2 は、値 “F” を持つ現在の読み出しポインタ RQA に対応するアドレスのメモリセルからデータを読み出す。

【 0 0 7 5 】

次いで、タイミング t_c において、満杯フラグ FF が発生している状態（即ちフラグ出力回路 4 5 から H レベルの信号が出力されている状態）で書き込みクロック WCK が入力される。このとき、書き込みカウンタ 1 3 のクロック制御回路 2 1 は、書き込み制御クロック WCK 2 の出力を停止する。従って、現在の書き込みポインタ WQA （“E”）及び次の書き込みポインタ WQC （“F”）は更新されず、書き込み動作は行われぬ。

【 0 0 7 6 】

また、このタイミング t_c において、現在の書き込みポインタ WQA （“E”）と現在の読み出しポインタ RQA （“F”）は一致していない。このとき、第 3 の比較回路 1 7 は、それらの不一致状態（ $WQA \neq RQA$ ）を検出して H レベルの信号を出力している。従って、満杯フラグ発生／解除回路 1 8 の第 2 比較結果判定回路 4 3 は、書き込みクロック WCK の立ち上がりに応答して所定のパルス幅を持つフラグリセット信号 FR を出力し、フラグ制御回路 4 4 はそのフラグリセット信号 FR をフラグ出力回路 4 5 のリセット入力端子 RES に出力する。従って、フラグ出力回路 4 5 は満杯フラグ FF を解除する（即ちフラグ出力回路 4 5 は L レベルの信号を出力する）。

【 0 0 7 7 】

このように、満杯フラグ FF は、次の書き込みポインタ WQC と現在の読み出しポインタ RQA が一致する状態で書き込み制御クロック WCK 2 が入力されると発生する。そして、発生した満杯フラグ FF は、現在の書き込みポインタ WQA と現在の読み出しポインタ RQA が不一致の状態で書き込みクロック WCK が

入力されると解除される。従って、満杯フラグ F F の出力遅延は満杯フラグ発生／解除回路 1 8 での遅延のみによって決定される。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 は、満杯フラグ発生／解除回路 1 8 の別の動作波形図である。尚、この動作波形図は、読み出しクロック R C K の周波数が上述した図 9 に示す読み出しクロック R C K の周波数よりも低い場合を示すものであり、この場合には、満杯フラグ F F の発生時間が長くなる（即ち書き込み動作が禁止される時間が長くなる）。このような場合にも、前記と同様に、満杯フラグ F F の出力遅延は満杯フラグ発生／解除回路 1 8 での遅延のみによって決定される。

【 0 0 7 9 】

図 1 1 は、空フラグ発生／解除回路 1 9 の動作波形図である。尚、この動作波形図は、満杯フラグ F F が発生されない場合について示したものである。

本実施形態において、空フラグ発生／解除回路 1 9 の動作は上述した図 9 に示す満杯フラグ発生／解除回路 1 8 の動作と同様である。従って、ここでは詳細な説明を一部省略する。

【 0 0 8 0 】

即ち、図 1 1 に示すように、空フラグ E F は、次の読み出しポインタ R Q C と現在の書き込みポインタ W Q A が一致する状態で読み出し制御クロック R C K 2 が入力されると発生する（図中、例えばタイミング t f における読み出しクロック R C K の入力時）。そして、発生した空フラグ E F は、現在の書き込みポインタ W Q A と現在の読み出しポインタ R Q A が不一致の状態で読み出しクロック R C K が入力されると解除される（図中、例えばタイミング t g における読み出しクロック R C K の入力時）。従って、空フラグ E F の出力遅延は空フラグ発生／解除回路 1 9 での遅延のみによって決定される。

【 0 0 8 1 】

図 1 2 は、空フラグ発生／解除回路 1 9 の別の動作波形図である。尚、この動作波形図は、書き込みクロック W C K の周波数が上述した図 1 1 に示す書き込みクロック W C K の周波数よりも低い場合を示すものであり、この場合には、空フラグ E F の発生時間が長くなる（即ち読み出し動作が禁止される時間が長くなる

）。このような場合にも、前記と同様に、空フラグ E F の出力遅延は空フラグ発生／解除回路 1 9 での遅延のみによって決定される。

【 0 0 8 2 】

尚、本実施形態の F I F O メモリ 1 1 において、満杯フラグ発生／解除回路 1 8 に備えられる第 1 比較結果判定回路 4 2 は、図 8 に示すように変更して構成してもよい。また、ここでは詳細な説明を省略するが、その他の第 2 比較結果判定回路 4 3 及び空フラグ発生／解除回路 1 9 に備えられる第 1 及び第 2 比較結果判定回路 6 2, 6 3 の構成を同様にして変更してもよい。

【 0 0 8 3 】

図 8 に示すように、この比較結果判定回路 4 2 a は、フリップフロップ回路 5 1 と、遅延回路 5 2 と、初期化手段としてのクロック立下り検出回路 7 1 と、オア回路 7 2 とで構成される。

【 0 0 8 4 】

クロック立下り検出回路 7 1 は、書き込み制御クロック W C K 2 の立ち下がりを検出してパルス信号を発生させる。オア回路 7 2 は、このクロック立下り検出回路 7 1 からパルス信号が出力されると、遅延回路 5 2 から出力される信号に依らず、フリップフロップ回路 5 1 を強制的にリセットさせるための信号をリセット入力端子 R E S に出力する。

【 0 0 8 5 】

このような比較結果判定回路 4 2 a では、フリップフロップ回路 5 1 が仮にメタステーブル状態（出力が発振或いは中間電位で固定する等の不安定になる状態）となる場合にも、その状態が次のクロック（書き込み制御クロック W C K 2）の立ち上がりまで続くことが防止される。これにより、比較結果判定回路 4 2 a の動作を安定させることができ、F I F O メモリ 1 1 の誤動作を確実に防止することができる。

【 0 0 8 6 】

詳述すると、フリップフロップ回路 5 1 が書き込み制御クロック W C K 2 の立ち上がりに同期して第 1 の比較回路 1 5 の出力信号（次の書き込みポインタ W Q C と現在の読み出しポインタ R Q A の一致状態を示す信号）を取り込む際には、

その第1の比較回路15から出力される信号が変化中である可能性がある。

【0087】

即ち、高速動作するシステムと低速動作するシステム間で行われるデータ転送では、上記したように、データの書き込み動作と読み出し動作とが非同期で行われる。このため、次の書き込みポインタWQCと現在の読み出しポインタRQAは、書き込みクロックWCKあるいは読み出しクロックRCKの何れによっても一致する状態となり得る。従って、フリップフロップ回路51が書き込み制御クロックWCK2の立ち上がりに同期して第1の比較回路15の出力信号を取り込む際には、次の書き込みポインタWQCと現在の読み出しポインタRQAが一致する状態、或いはその逆の状態に変化中である可能性がある。このような状態の信号をフリップフロップ回路51が取り込む場合、フリップフロップ回路51は出力が不安定となりメタステーブル状態となる。

【0088】

上述した図8に示す比較結果判定回路42aでは、こうしたメタステーブル状態になった場合にも、次の書き込み制御クロックWCK2の立ち下がりでフリップフロップ回路51が強制的にリセットされる。これにより、フリップフロップ回路51は、その後の書き込み制御クロックWCK2の立ち上がりでは安定して動作することができる。

【0089】

以上記述したように、本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

(1) 満杯フラグ発生／解除回路18は、次の書き込みポインタWQCと現在の読み出しポインタRQAが一致する状態で書き込み制御クロックWCK2が入力されると、それに応答して満杯フラグFFを生成する。これにより、満杯フラグFFの出力遅延は、満杯フラグ発生／解除回路18での遅延のみとなるため、メモリ12が満杯状態となった場合には満杯フラグFFを迅速に発生させることができる。従って、書き込みクロックWCKの周波数（即ちデータ送信側のシステムの動作周波数）を高い周波数に維持しながら、オーバーフローの発生を確実に防止することができる。

【0090】

(2) 満杯フラグ発生／解除回路 1 8 は、現在の読み出しポインタ R Q A と現在の書き込みポインタ W Q A とが一致していない状態で書き込みクロック W C K が入力されると、それに応答して満杯フラグ F F を解除する。従って、満杯フラグ F F の解除も迅速に行うことができる。

【 0 0 9 1 】

(3) 空フラグ発生／解除回路 1 9 は、次の読み出しポインタ R Q C と現在の書き込みポインタ W Q A が一致する状態で読み出し制御クロック R C K 2 が入力されると、それに応答して空フラグ E F を生成する。これにより、空フラグ E F の出力遅延は、空フラグ発生／解除回路 1 9 での遅延のみとなるため、メモリ 1 2 が空状態となった場合には空フラグ E F を迅速に発生させることができる。従って、読み出しクロック R C K の周波数（即ちデータ受信側のシステムの動作周波数）を高い周波数に維持しながら、アンダーフローの発生を確実に防止することができる。

【 0 0 9 2 】

(4) 空フラグ発生／解除回路 1 9 は、現在の読み出しポインタ R Q A と現在の書き込みポインタ W Q A とが一致していない状態で読み出しクロック R C K が入力されると、それに応答して空フラグ E F を解除する。従って、空フラグ E F の解除も迅速に行うことができる。

【 0 0 9 3 】

(第二実施形態)

以下、本発明を具体化した第二実施形態を図 1 3 に従って説明する。

図 1 3 は、第二実施形態の F I F O メモリを示すブロック回路図である。尚、本実施形態の F I F O メモリ 8 1 は、第一実施形態の F I F O メモリ 1 1 におけるメモリ 1 2 をクロック同期型のメモリ 8 2 に変更して構成し、クロック制御回路 8 3, 8 4 を追加した構成である。従って、同様な構成部分には同一符号を付してそれらの詳細な説明を省略する。

【 0 0 9 4 】

クロック制御回路 8 3 は、満杯フラグ F F に基づいて生成した書き込み制御クロック W C K 2 をメモリ 8 2 内部に設けられた図示しない第 1 アドレスデコーダ

に供給する。第1アドレスデコーダは、その書き込み制御クロックWCK2に
 答してデータの書き込みを行うアドレス（メモリセル）を選択する。

【0095】

同様に、クロック制御回路84は、空フラグEFに基づいて生成した読み出し
 制御クロックRCK2をメモリ82内部に設けられた図示しない第2アドレスデ
 コーダに供給する。第2アドレスデコーダは、その読み出し制御クロックRCK
 2に答してデータの読み出しを行うアドレス（メモリセル）を選択する。

【0096】

メモリ82の書き込みポート（図示略）には、書き込みカウンタ13により生
 成される次の書き込みポインタWQCが入力され、読み出しポート（図示略）に
 は、読み出しカウンタ14により生成される次の読み出しポインタRQCが入力
 される。

【0097】

詳述すると、書き込みカウンタ13は、書き込み制御クロックWCK2の入力
 に答して現在の書き込みポインタWQAと次の書き込みポインタWQCを生成
 し、該生成した次の書き込みポインタWQCをメモリ82の第1アドレスデコー
 ダに出力する。即ち、書き込みカウンタ13は、現在の書き込み動作のサイクル
 中に、あらかじめメモリ82に次の書き込みポインタWQCを通知する。これに
 より、メモリ82は、該通知された次の書き込みポインタWQCに対応するアド
 レスのメモリセルにその次のサイクルでデータを書き込むための準備をする。

【0098】

その後、書き込み制御クロックWCK2が入力されると、メモリ82は、予め
 通知された前記ポインタWQCに対応するアドレスのメモリセルにデータを書き
 込み、それと同時に書き込みカウンタ13は、同様にして次の書き込みポインタ
 WQCをメモリ82に出力する。尚、ここでは、書き込み動作について説明した
 が、読み出し動作についても同様である。

【0099】

従って、本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

- (1) 書き込み動作の遅延時間（メモリ82へのデータの書き込みが完了する

までの時間)を、第1アドレスデコーダにより予め選択したアドレスのメモリセルにデータを書き込む際の時間のみとすることができる。即ち、本実施形態では、書き込み動作は、書き込みカウンタ13での遅延時間及び第1アドレスデコーダでの遅延時間に影響されない。従って、書き込み動作を高速に行うことができる。

【0100】

(2) 読み出し動作時の遅延時間(メモリ82からのデータの読み出しが完了するまでの時間)を、第2アドレスデコーダにより予め選択したアドレスのメモリセルからデータを読み出す際の時間のみとすることができる。即ち、本実施形態では、読み出し動作が、読み出しカウンタ14での遅延時間及び第2アドレスデコーダでの遅延時間に影響されない。従って、読み出し動作を高速に行うことができる。

【0101】

(第三実施形態)

以下、本発明を具体化した第三実施形態を図14に従って説明する。

図14は、第三実施形態のFIFOメモリを示すブロック回路図である。尚、本実施形態のFIFOメモリ91は、第2実施形態のFIFOメモリ81におけるメモリ82の構成を一部変更したものである。従って、同様な構成部分には同一符号を付してそれらの詳細な説明を省略する。

【0102】

同図に示すように、本実施形態のメモリ92は、複数のメモリセル101と、書き込み回路102と、読み出し回路103と、第1及び第2シフトレジスタ104、105とを含む。

【0103】

このようなメモリ92では、書き込み動作において、第1シフトレジスタ104は、書き込み制御クロックWCK2に同期してメモリセル101を順次選択し、書き込み回路102は、選択されたメモリセル101にデータを書き込む。一方、読み出し動作において、第2シフトレジスタ105は、読み出し制御クロックRCK2に同期してメモリセル101を順次選択し、読み出し回路103は、

選択されたメモリセル 101 からデータを読み出す。

【0104】

従って、本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

(1) 本実施形態では、データの書き込み及び読み出しを行う際にメモリ 92 のアドレスを選択するためのアドレスデコーダを該メモリ 92 から省略することができる。このため、書き込み動作及び読み出し動作を高速に行うことが可能である。また、シフトレジスタ 104, 105 は、一般にアドレスデコーダに比べて回路面積が小さいため、FIFOメモリ 11 の回路規模を小さくすることができる。

【0105】

尚、上記各実施形態は、以下の態様で実施してもよい。

- ・各実施形態では、書き込み制御クロック WCK2 や読み出し制御クロック RCK2 の立ち上がりに同期して満杯フラグ FF や空フラグ EF を発生させる構成としたが、各クロック WCK2, RCK2 の立ち下がりに同期して満杯フラグ FF や空フラグ EF を発生させる構成としてもよい。

【0106】

- ・満杯フラグ FF や空フラグ EF を各クロック WCK2, RCK2 の立ち下がりに同期して発生させる場合には、それらのクロック WCK2, RCK2 の次の立ち上がりエッジを検出するクロック立上り検出回路をクロック立下り検出回路 71 の替わりに備える構成とすればよい。

【0107】

- ・書き込みカウンタ 13, 読出しカウンタ 14 の構成は各実施形態の構成のみに限定されない。

- ・また、第 1 ～ 第 3 の比較回路 15 ～ 17 の構成は各実施形態の構成に限定されるものではない。即ち、各比較回路 15 ～ 17 は各々入力される 2 つのポインタ（アドレス）が一致するか否かを検出することのできる構成であればよい。

【0108】

上記各実施形態の特徴をまとめると以下のようなになる。

(付記 1) 書き込みクロックに従って書き込みポインタを更新する書き込みカ

ウンタと、読み出しクロックに従って読み出しポインタを更新する読み出しカウンタと、前記書き込みポインタに対応するメモリセルにデータを書き込む書き込み動作及び前記読み出しポインタに対応するメモリセルのデータを読み出す読み出し動作を行うメモリと、を備えるFIFOメモリであって、

現在の読み出しポインタと次の書き込みポインタが一致する状態で与えられる書き込みクロックに同期して満杯フラグを発生させる満杯フラグ制御手段と、

現在の書き込みポインタと次の読み出しポインタが一致する状態で与えられる読み出しクロックに同期して空フラグを発生させる空フラグ制御手段とを備えることを特徴とするFIFOメモリ。(1)

(付記2) 書き込みクロックに従って書き込みポインタを更新する書き込みカウンタと、読み出しクロックに従って読み出しポインタを更新する読み出しカウンタと、前記書き込みポインタに対応するメモリセルにデータを書き込む書き込み動作及び前記読み出しポインタに対応するメモリセルのデータを読み出す読み出し動作を行うメモリと、を備えるFIFOメモリであって、

現在の読み出しポインタと次の書き込みポインタが一致する状態で与えられる書き込みクロックに同期して満杯フラグを発生させ、現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタが一致していない状態で与えられる書き込みクロックに同期して前記満杯フラグを解除する満杯フラグ制御手段と、

現在の書き込みポインタと次の読み出しポインタが一致する状態で与えられる読み出しクロックに同期して空フラグを発生させ、現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタが一致していない状態で与えられる読み出しクロックに同期して前記空フラグを解除する空フラグ制御手段とを備えることを特徴とするFIFOメモリ。(2)

(付記3) 現在の読み出しポインタと次の書き込みポインタを比較し、該2つのポインタが一致する場合に前記満杯フラグを発生させるための信号を出力する第1の比較手段と、

現在の書き込みポインタと次の読み出しポインタを比較し、該2つのポインタが一致する場合に前記空フラグを発生させるための信号を出力する第2の比較手段と

を備えることを特徴とする付記 1 又は 2 記載の F I F O メモリ。(3)

(付記 4) 現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタとを比較し、該 2 つのポインタが不一致である場合に前記満杯フラグ或いは前記空フラグを解除させるための信号を出力する第 3 の比較手段を備えることを特徴とする付記 1 乃至 3 の何れか一記載の F I F O メモリ。(4)

(付記 5) 前記満杯フラグ制御手段は、前記第 1 の比較手段から出力される信号を前記満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期して取り込むための比較結果判定手段を備え、

前記空フラグ制御手段は、前記第 2 の比較手段から出力される信号を前記空フラグにより制御された読み出しクロックに同期して取り込むための比較結果判定手段を備える、ことを特徴とする付記 3 又は 4 記載の F I F O メモリ。(5)

(付記 6) 前記満杯フラグ制御手段は、前記第 3 の比較手段から出力される信号を書き込みクロックに同期して取り込むための比較結果判定手段を備え、

前記空フラグ制御手段は、前記第 3 の比較手段から出力される信号を読み出しクロックに同期して取り込むための比較結果判定手段を備える、ことを特徴とする付記 4 又は 5 記載の F I F O メモリ。(6)

(付記 7) 前記比較結果判定手段は、データ出力端子から出力される信号がリセット入力端子に帰還され所定の遅延時間に対応したパルス幅を持つようにパルス信号を生成するフリップフロップ回路を含むことを特徴とする付記 5 又は 6 記載の F I F O メモリ。

(付記 8) 前記比較結果判定手段は、前記フリップフロップ回路が信号を取り込むときの書き込みクロック又は読み出しクロックのエッジと逆のエッジを検出して該フリップフロップ回路をリセットさせるための信号を生成する初期化手段を備えることを特徴とする付記 7 記載の F I F O メモリ。

(付記 9) 前記書き込みカウンタは、

前記満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期して現在の書き込みポインタを生成する複数のフリップフロップ回路と、

前記複数のフリップフロップ回路から出力される信号に基づいて該現在の書き込みポインタをインクリメントした次の書き込みポインタを生成するカウンタア

ップ論理回路と

を含むことを特徴とする付記 1 乃至 8 の何れか一記載の F I F O メモリ。

(付記 1 0) 前記読み出しカウンタは、

前記空フラグにより制御された読み出しクロックに同期して現在の読み出しポインタを生成する複数のフリップフロップ回路と、

前記複数のフリップフロップ回路から出力される信号に基づいて該現在の読み出しポインタをインクリメントした次の読み出しポインタを生成するカウンタアップ論理回路と

を含むことを特徴とする付記 1 乃至 8 の何れか一記載の F I F O メモリ。

(付記 1 1) 前記メモリは、前記書き込みカウンタから出力される現在の書き込みポインタに応答して書き込み動作を行い、前記読み出しカウンタから出力される現在の読み出しポインタに応答して読み出し動作を行うことを特徴とする付記 1 乃至 1 0 の何れか一記載の F I F O メモリ。(7)

(付記 1 2) 前記メモリは、前記書き込みカウンタから出力される次の書き込みポインタを予め入力して前記満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期して書き込み動作を行い、前記読み出しカウンタから出力される次の読み出しポインタを予め入力して前記空フラグにより制御された読み出しクロックに同期して読み出し動作を行うことを特徴とする付記 1 乃至 1 0 の何れか一記載の F I F O メモリ。(8)

(付記 1 3) 前記メモリは、

複数のメモリセルと、

前記満杯フラグにより制御された書き込みクロックに同期して前記メモリセルを順次選択する第 1 シフトレジスタと、

該第 1 シフトレジスタにより選択されたメモリセルにデータを書き込む書き込み回路と、

前記空フラグにより制御された読み出しクロックに同期して前記メモリセルを順次選択する第 2 シフトレジスタと、

該第 2 シフトレジスタにより選択されたメモリセルのデータを読み出す読み出し回路と

を備えることを特徴とする付記 1 乃至 1 0 の何れか一記載の F I F O メモリ。(9)

(付記 1 4) 付記 1 乃至 1 3 の何れか一記載の F I F O メモリを備えたことを特徴とする半導体装置。(1 0)

【 0 1 0 9 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、システム全体の性能を維持しながらデータのオーバーフロー及びアンダーフローの発生を確実に防止することのできる F I F O メモリ及びその F I F O メモリを備えた半導体装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 第一実施形態の F I F O メモリを示すブロック回路図である。
- 【図 2】 カウンタを示すブロック回路図である。
- 【図 3】 比較回路を示す回路図である。
- 【図 4】 満杯フラグ発生／解除回路を示すブロック回路図である。
- 【図 5】 比較結果判定回路を示すブロック回路図である。
- 【図 6】 フラグ出力回路を示すブロック回路図である。
- 【図 7】 空フラグ発生／解除回路を示すブロック回路図である。
- 【図 8】 別の比較結果判定回路を示すブロック回路図である。
- 【図 9】 満杯フラグ発生／解除回路の動作波形図である。
- 【図 1 0】 満杯フラグ発生／解除回路の動作波形図である。
- 【図 1 1】 空フラグ発生／解除回路の動作波形図である。
- 【図 1 2】 空フラグ発生／解除回路の動作波形図である。
- 【図 1 3】 第二実施形態の F I F O メモリを示すブロック回路図である。
- 【図 1 4】 第三実施形態の F I F O メモリを示すブロック回路図である。
- 【図 1 5】 従来の F I F O メモリを示すブロック回路図である。

【符号の説明】

1 2, 8 2, 9 2 メモリ

1 3 書き込みカウンタ

1 4 読み出しカウンタ

1 5 第 1 の比較手段としての第 1 の比較回路

1 6 第 2 の比較手段としての第 2 の比較回路

1 7 第 3 の比較手段としての第 3 の比較回路

1 8 満杯フラグ制御手段としての満杯フラグ発生／解除回路

1 9 空フラグ制御手段としての空フラグ発生／解除回路

E F 空フラグ

F F 満杯フラグ

R C K 読み出しクロック

R C K 2 空フラグにより制御された読み出しクロックとしての読み出し制御
クロック

R Q A 現在の読み出しポインタ

R Q C 次の読み出しポインタ

W C K 書き込みクロック

W C K 2 満杯フラグにより制御された書き込みクロックとしての書き込み制
御クロック

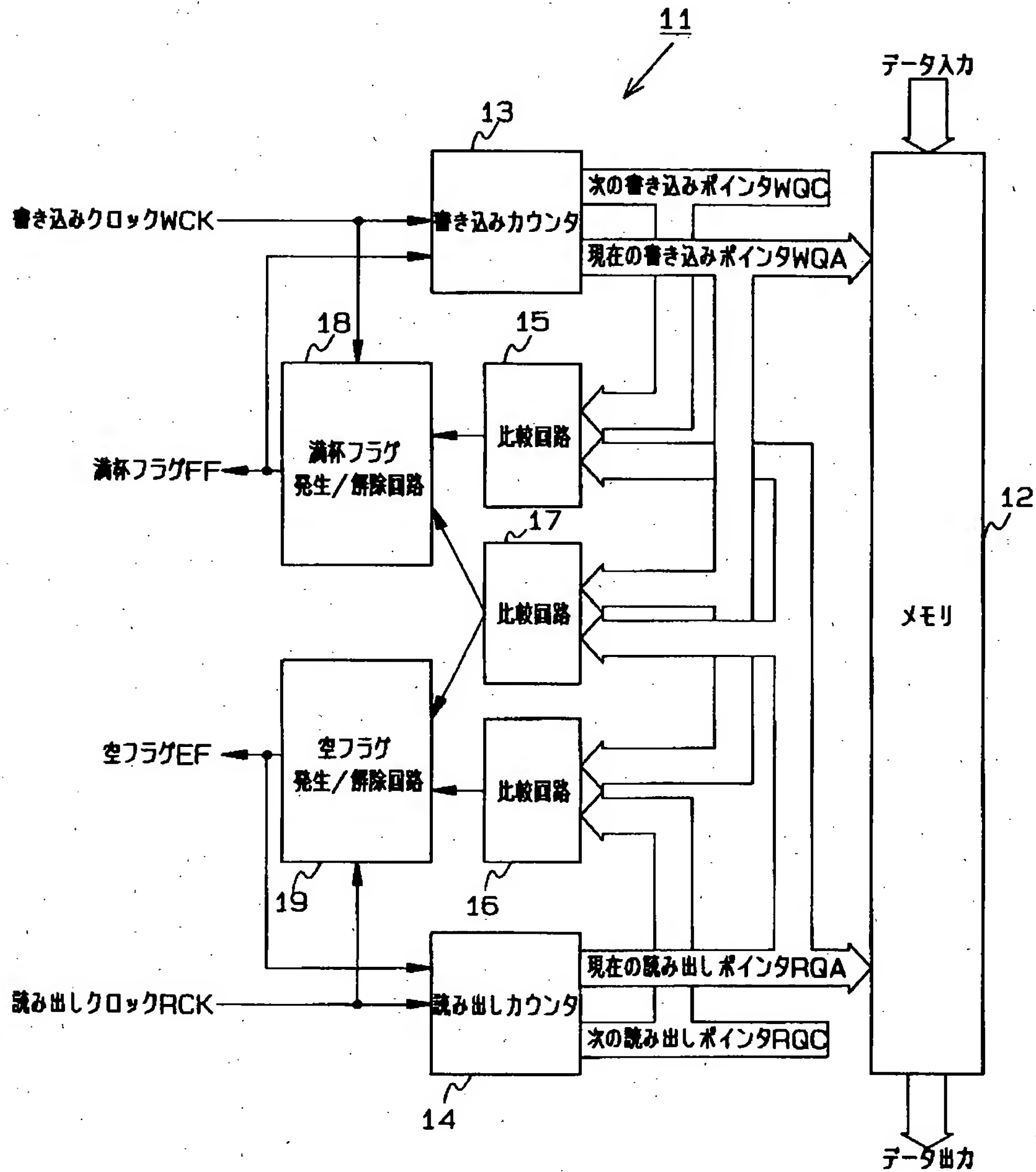
W Q A 現在の書き込みポインタ

W Q C 次の書き込みポインタ

【書類名】 図面

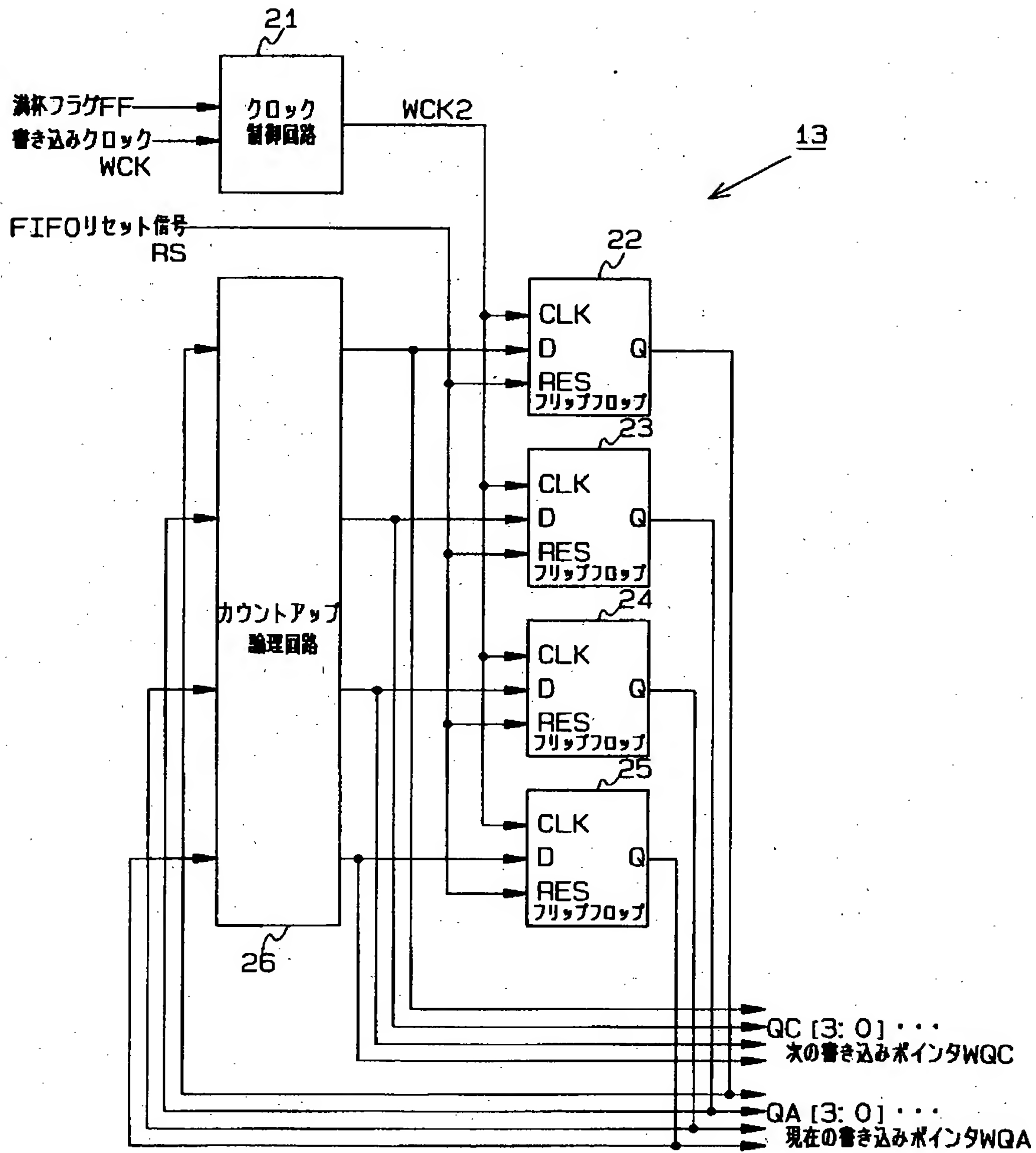
【図 1】

第一実施形態のFIFOメモリを示すブロック回路図



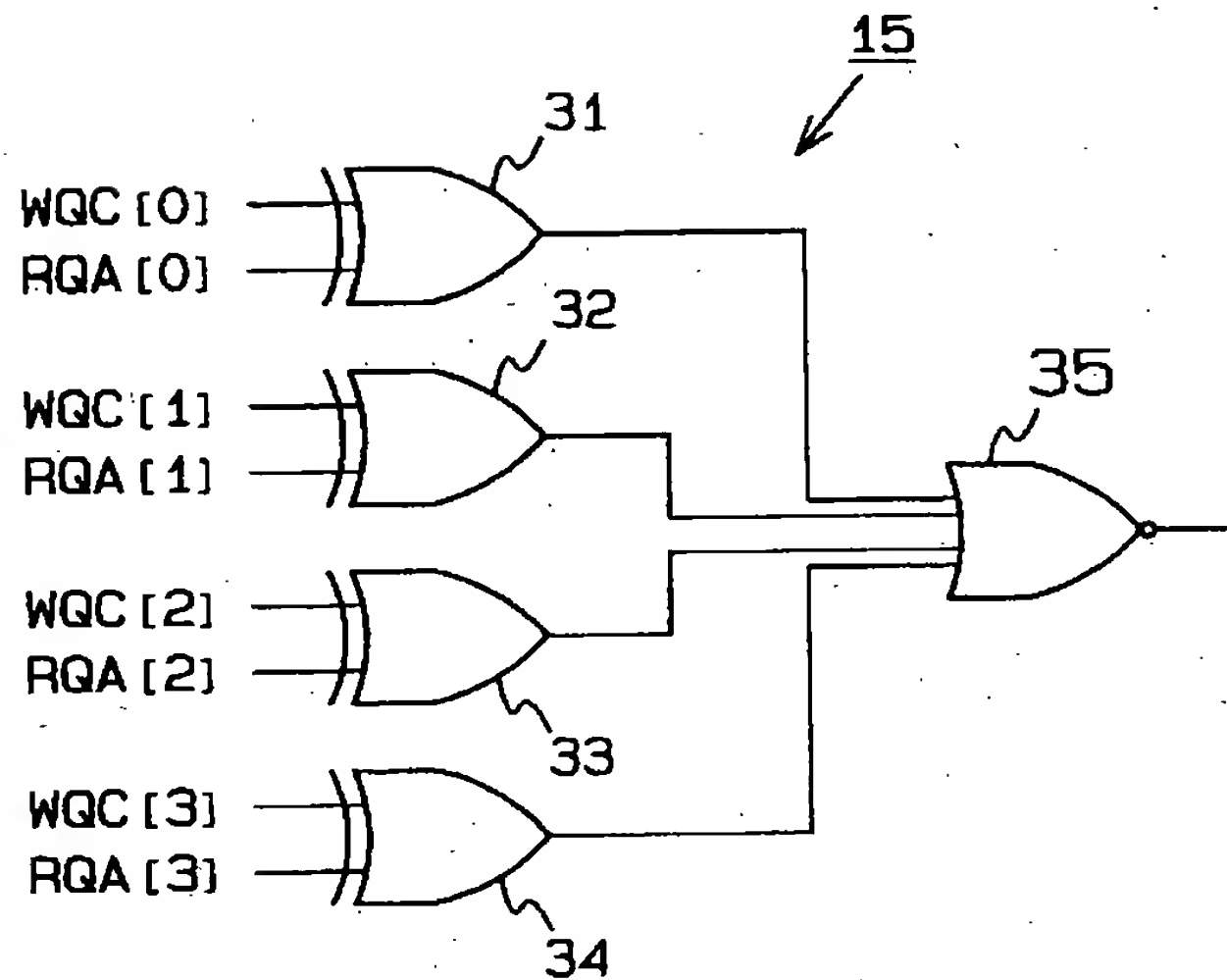
【図 2】

カウンタを示すブロック回路図



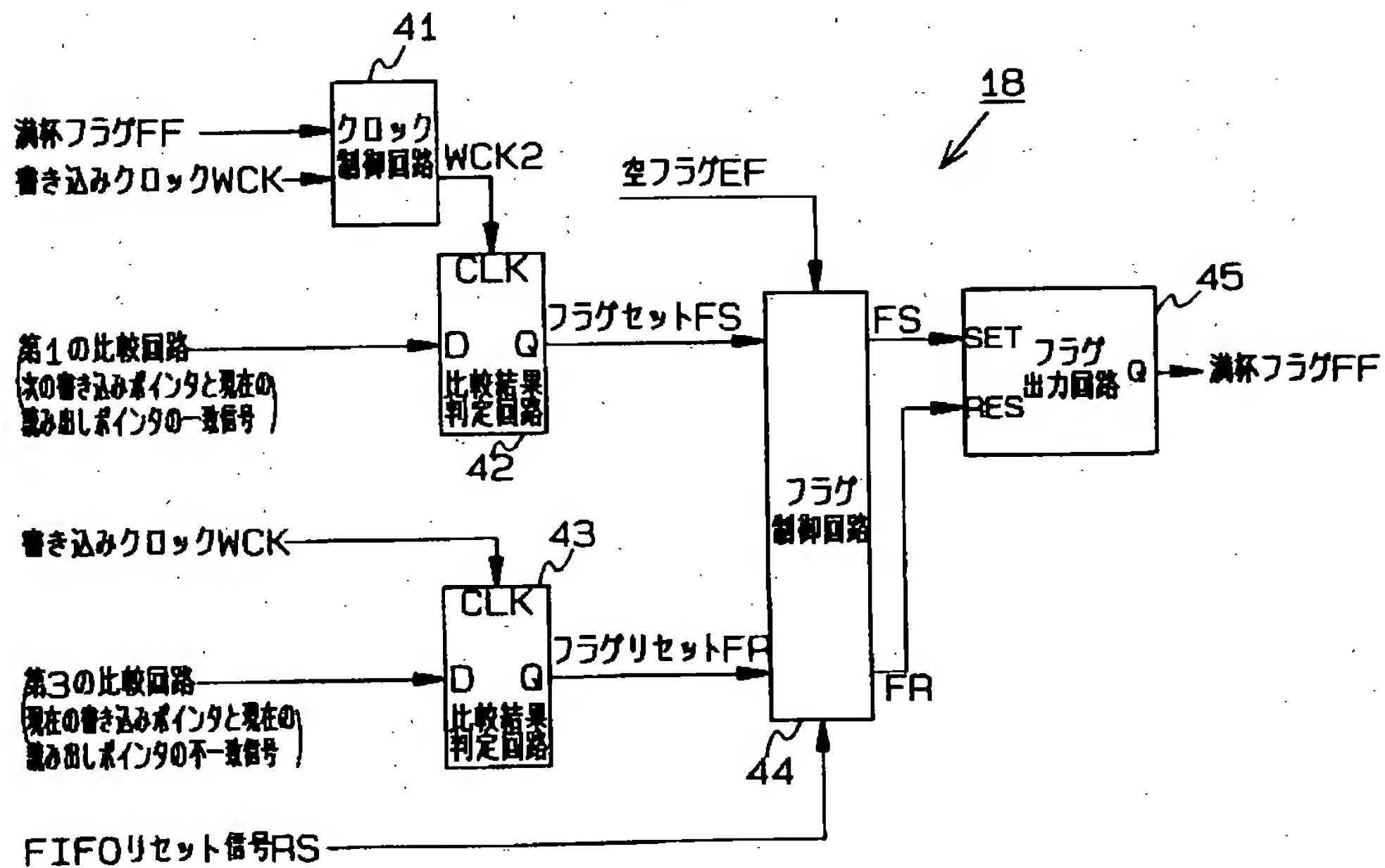
【図 3】

比較回路を示す回路図



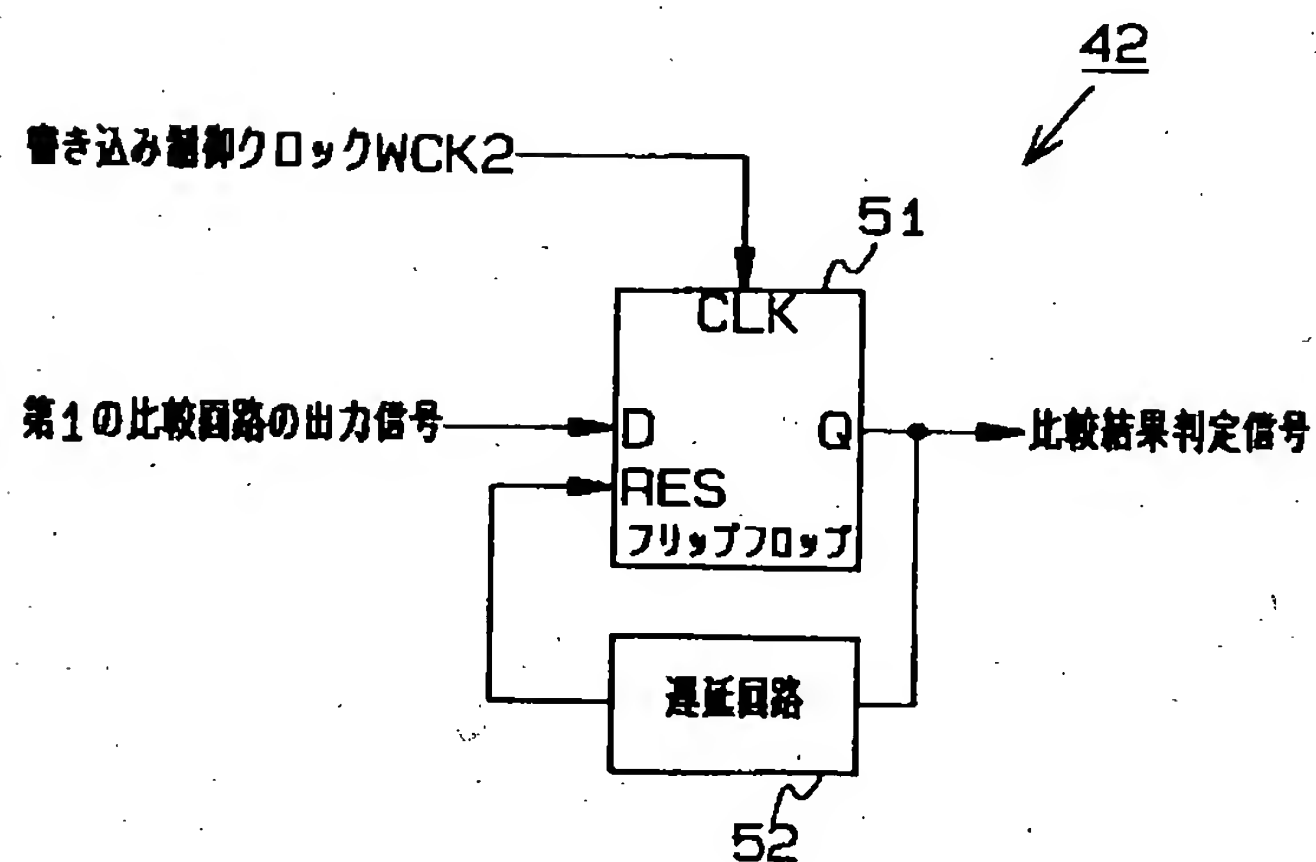
【図 4】

満杯フラグ発生/解除回路を示すブロック回路図



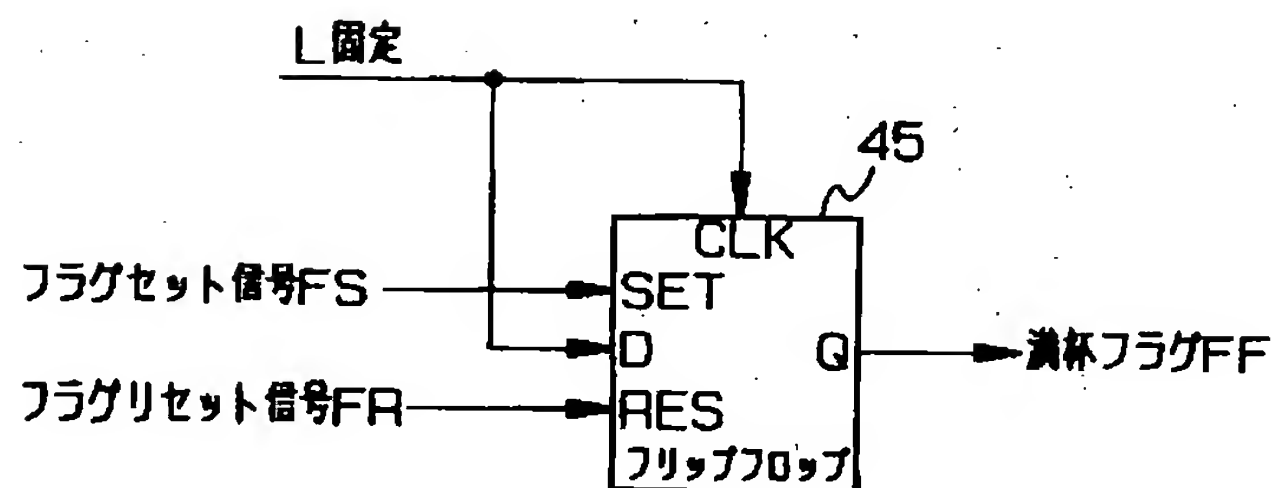
【図 5】

比較結果判定回路を示すブロック回路図



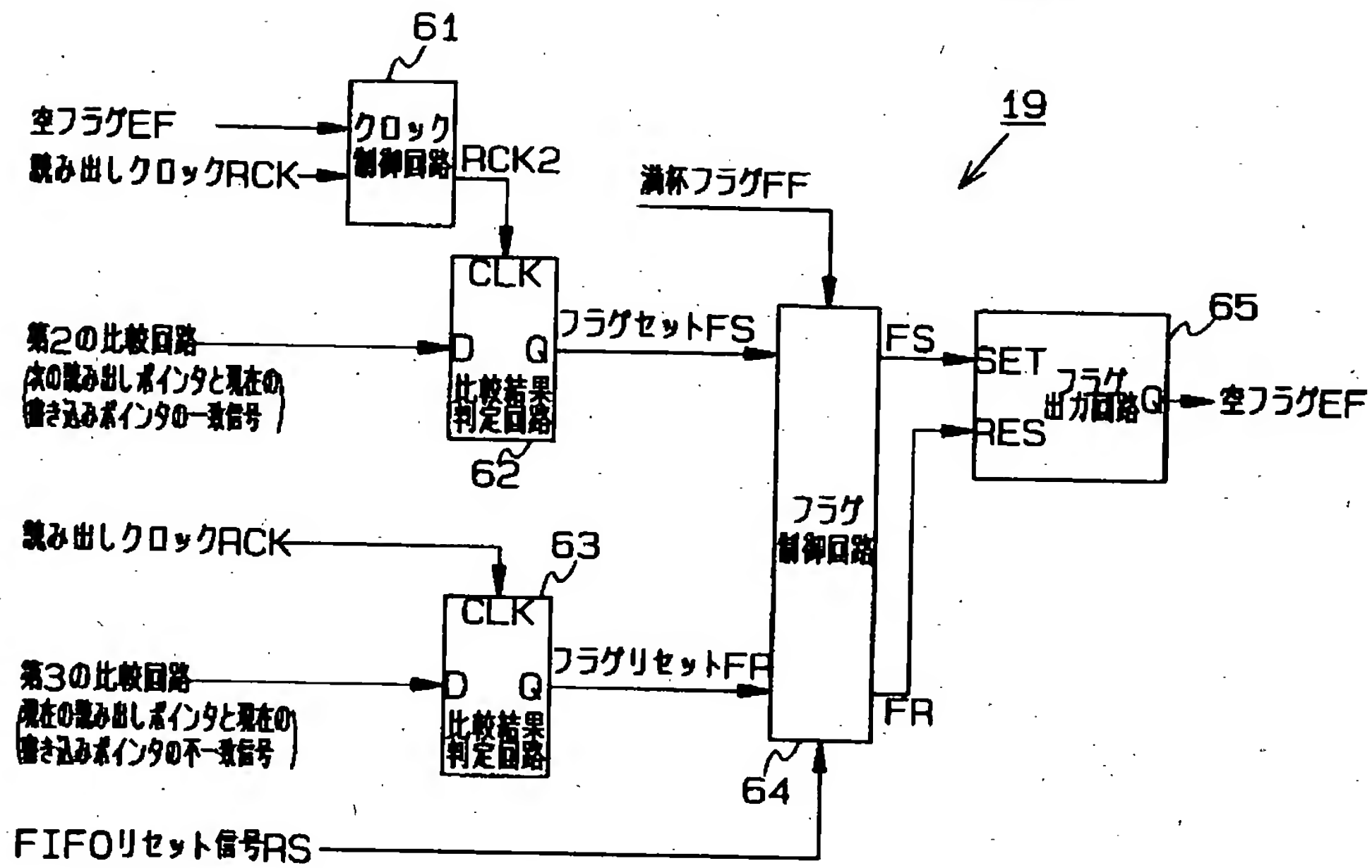
【図 6】

フラグ出力回路を示すブロック回路図



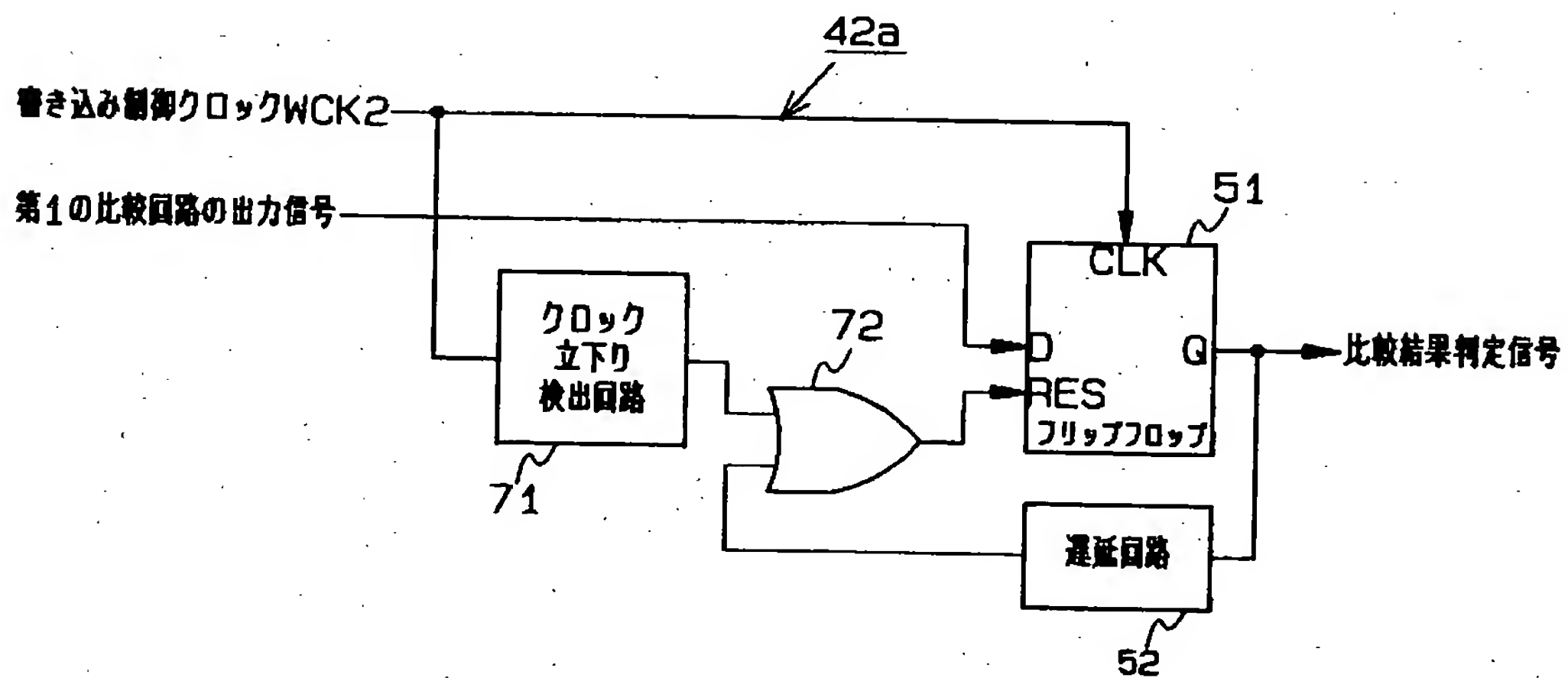
【図 7】

空フラグ発生/解除回路を示すブロック回路図



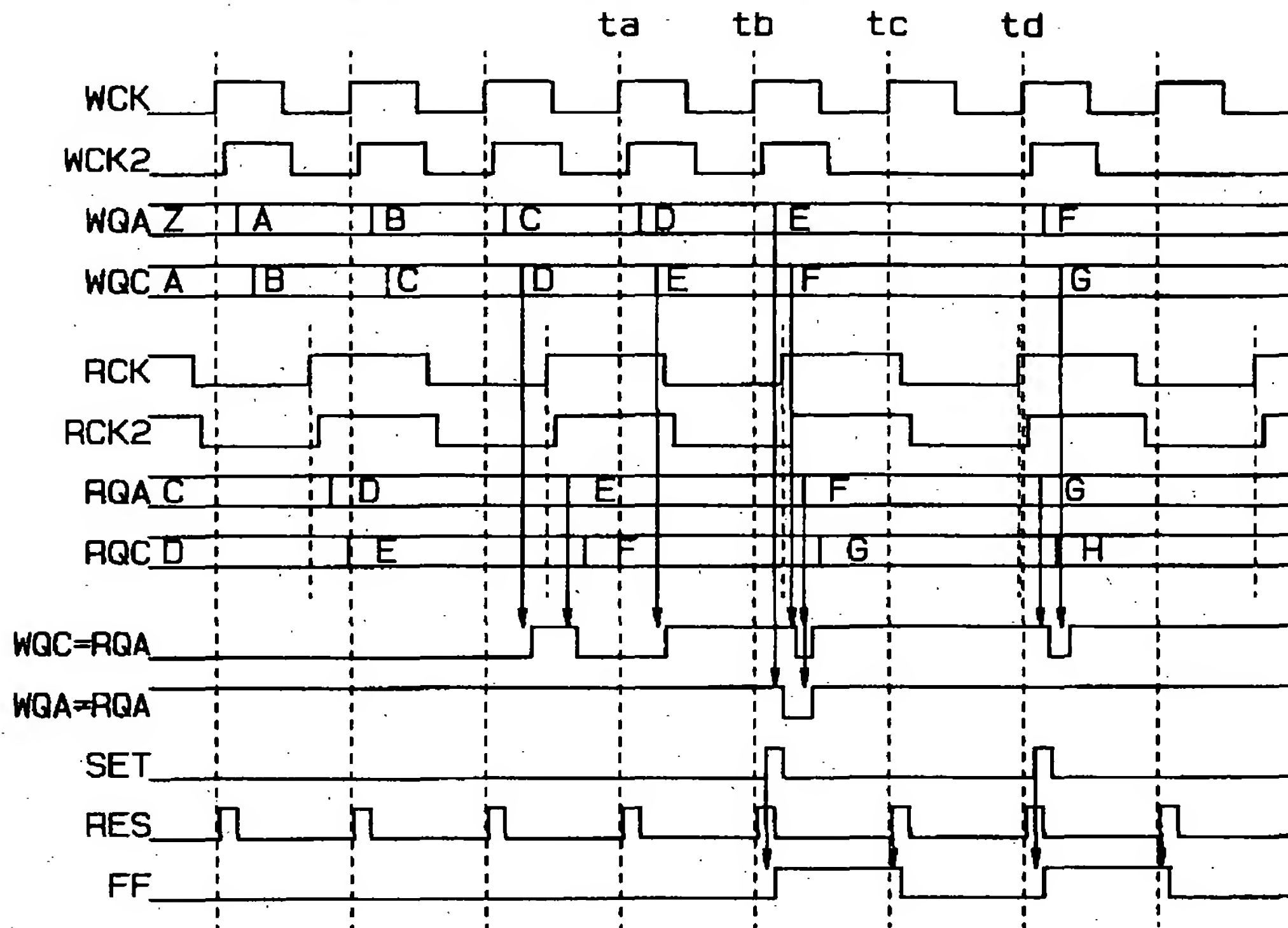
【図 8】

別の比較結果判定回路を示すブロック回路図



【図 9】

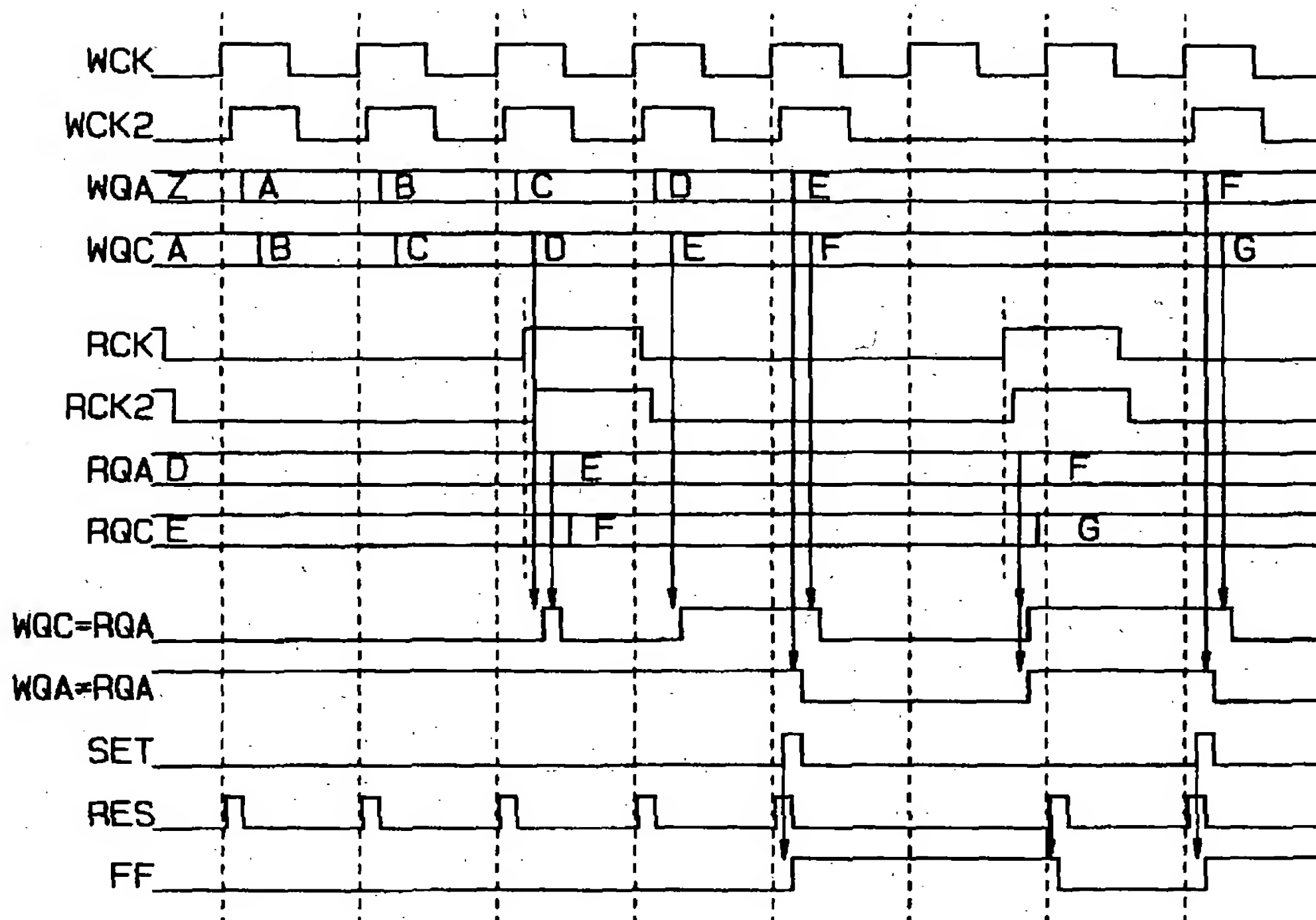
満杯フラグ発生/解除回路の動作波形図



| | |
|---------|-------------------------------|
| WCK | 書き込みクロック |
| WCK2 | 満杯フラグで制御された書き込みクロック |
| WQA | 現在の書き込みポインタ |
| WQC | 次の書き込みポインタ |
| RCK | 読み出しクロック |
| RCK2 | 空フラグで制御された書き込みクロック |
| RQA | 現在の読み出しポインタ |
| RQC | 次の読み出しポインタ |
| WQC=RQA | 次の書き込みポインタと現在の読み出しポインタの一致信号 |
| WQA=RQA | 現在の書き込みポインタと現在の読み出しポインタの不一致信号 |
| SET | 満杯フラグ出力回路のフラグセット信号 |
| RES | 満杯フラグ出力回路のフラグリセット信号 |
| FF | 満杯フラグ |

【図 1 0】

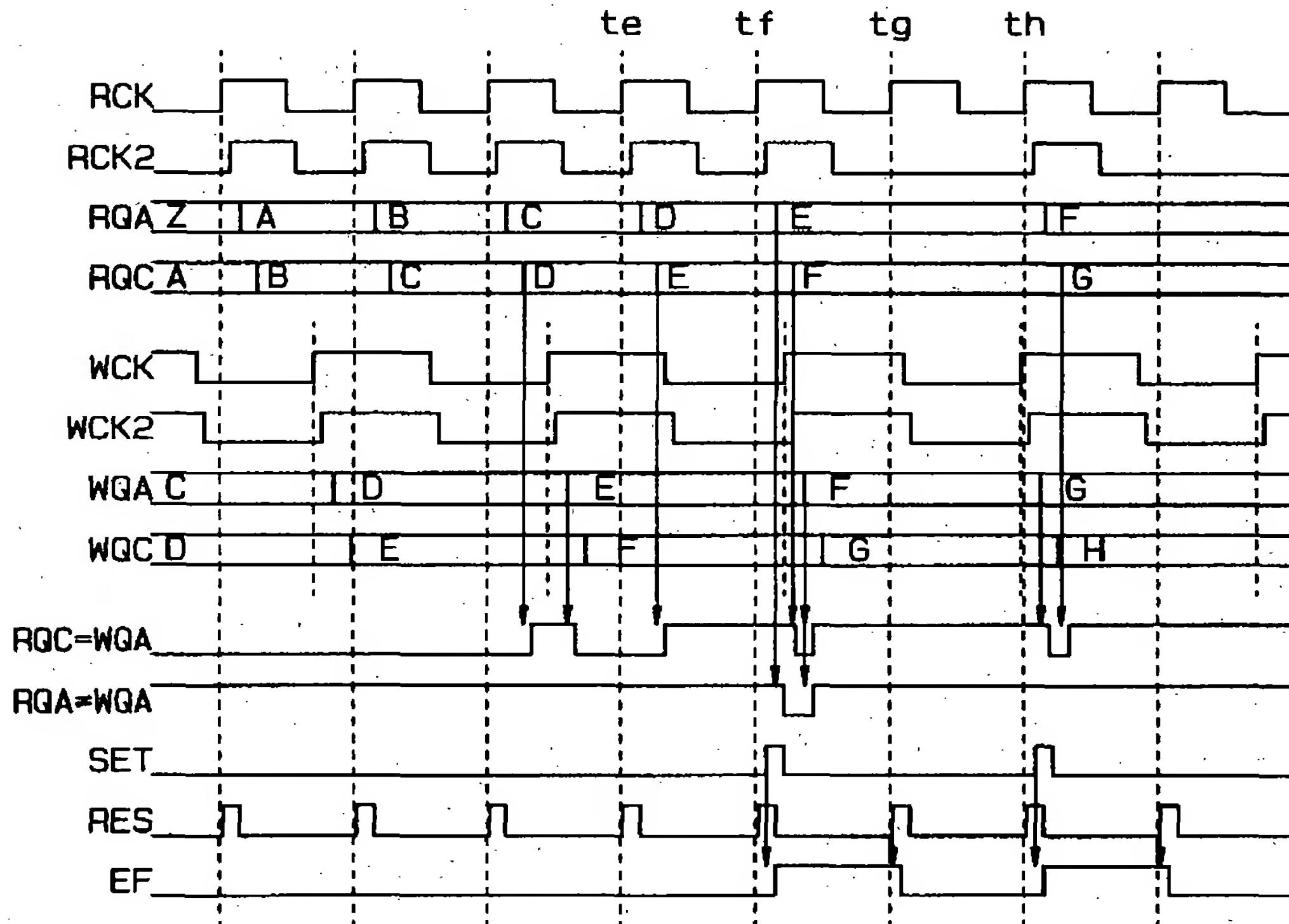
満杯フラグ発生／解除回路の動作波形図



| | |
|---------|-------------------------------|
| WCK | 書き込みクロック |
| WCK2 | 満杯フラグで制御された書き込みクロック |
| WQA | 現在の書き込みポインタ |
| WQC | 次の書き込みポインタ |
| RCK | 読み出しクロック |
| RCK2 | 空フラグで制御された書き込みクロック |
| RQA | 現在の読み出しポインタ |
| RQC | 次の読み出しポインタ |
| WQC=RQA | 次の書き込みポインタと現在の読み出しポインタの一致信号 |
| WQA≠RQA | 現在の書き込みポインタと現在の読み出しポインタの不一致信号 |
| SET | 満杯フラグ出力回路のフラグセット信号 |
| RES | 満杯フラグ出力回路のフラグリセット信号 |
| FF | 満杯フラグ |

【図 1 1】

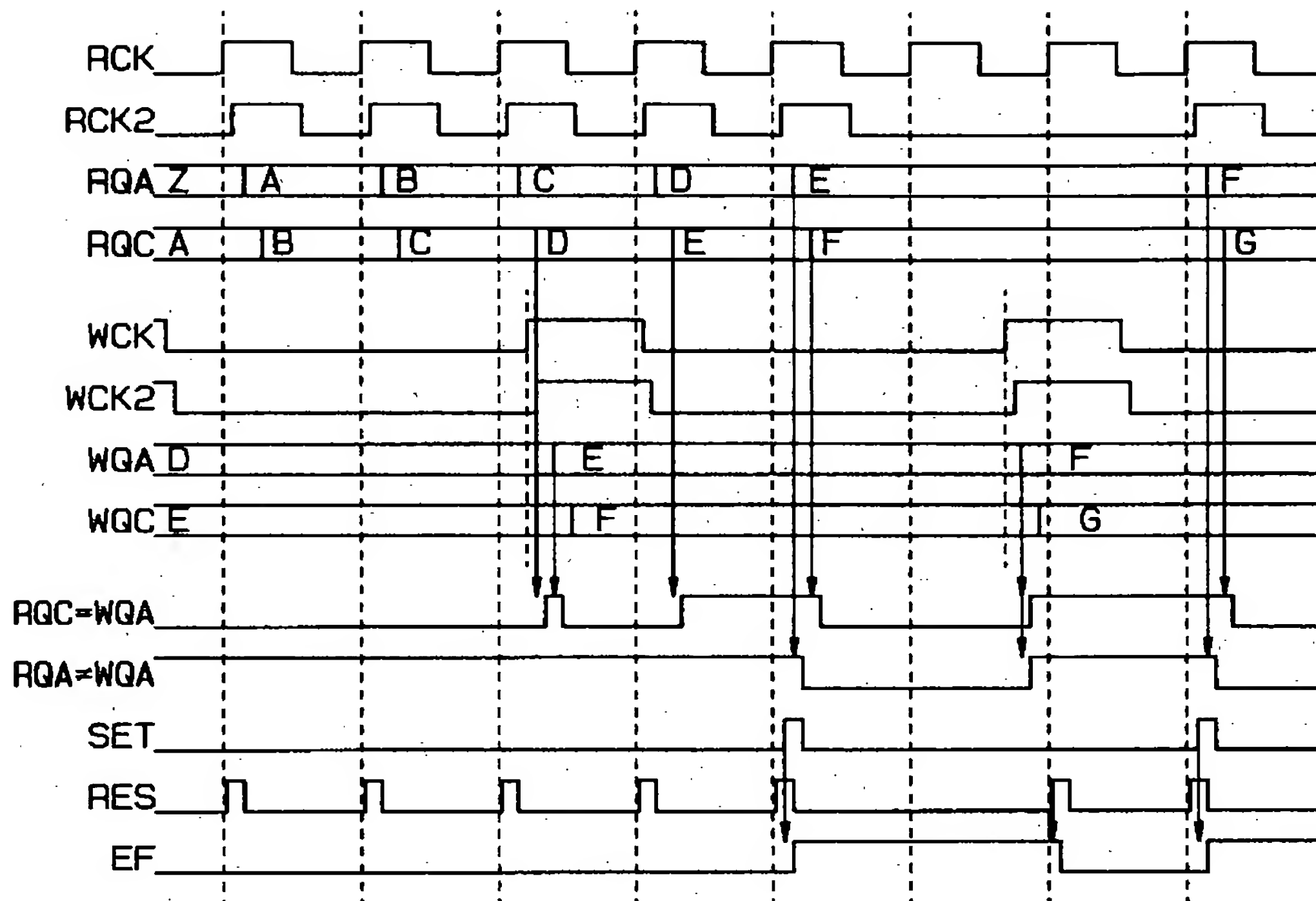
空フラグ発生/解除回路の動作波形図



| | |
|---------|-------------------------------|
| RCK | 読み出しクロック |
| RCK2 | 空フラグで制御された書き込みクロック |
| RQA | 現在の読み出しポインタ |
| RQC | 次の読み出しポインタ |
| WCK | 書き込みクロック |
| WCK2 | 満杯フラグで制御された書き込みクロック |
| WQA | 現在の書き込みポインタ |
| WQC | 次の書き込みポインタ |
| RQC=WQA | 次の読み出しポインタと現在の書き込みポインタの一致信号 |
| RQA=WQA | 現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタの不一致信号 |
| SET | 空フラグ出力回路のフラグセット信号 |
| RES | 空フラグ出力回路のフラグリセット信号 |
| EF | 空フラグ |

【図 12】

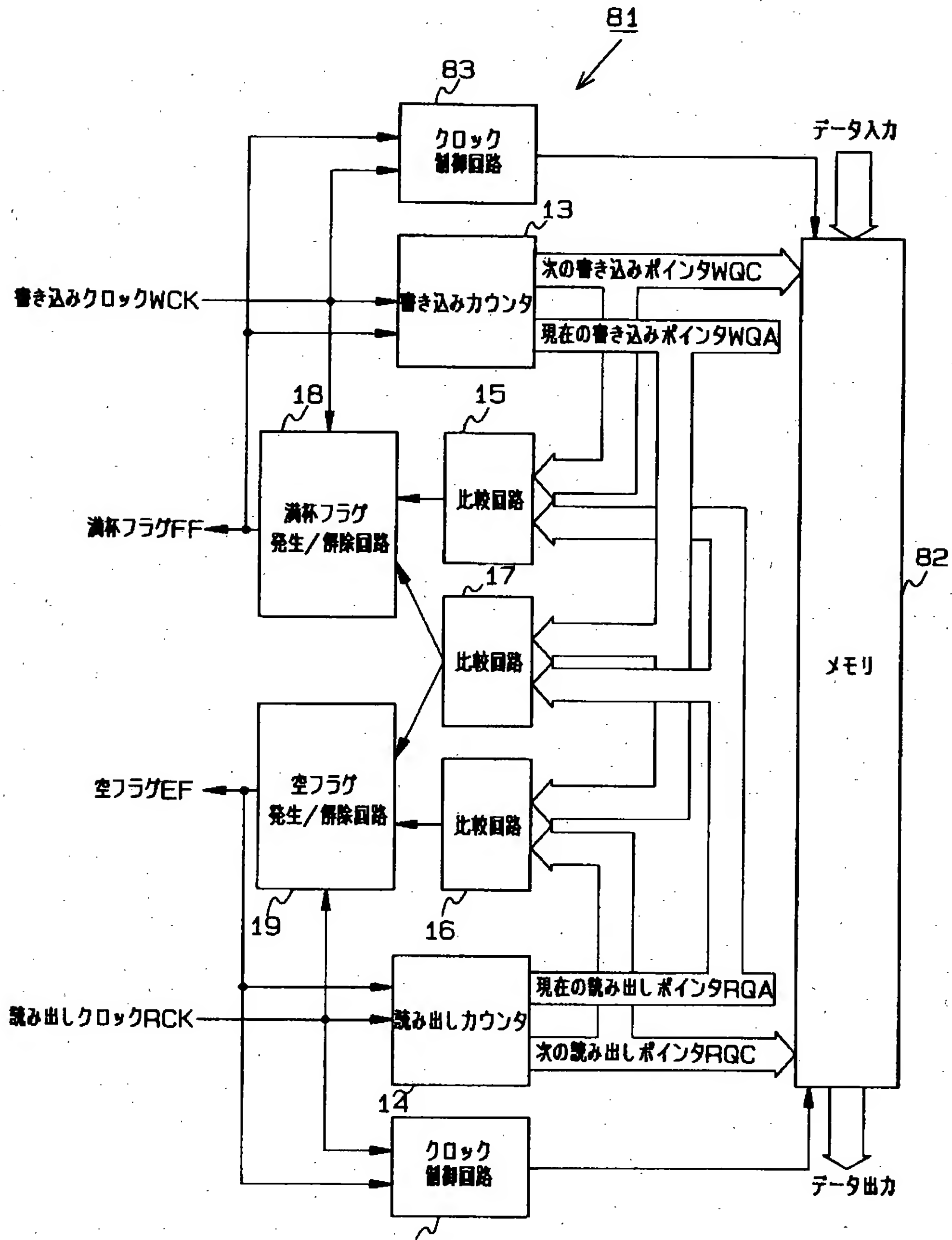
空フラグ発生/解除回路の動作波形図



| | |
|---------|-------------------------------|
| RCK | 読み出しクロック |
| RCK2 | 空フラグで制御された書き込みクロック |
| RQA | 現在の読み出しポインタ |
| RQC | 次の読み出しポインタ |
| WCK | 書き込みクロック |
| WCK2 | 満杯フラグで制御された書き込みクロック |
| WQA | 現在の書き込みポインタ |
| WQC | 次の書き込みポインタ |
| RQC=WQA | 次の読み出しポインタと現在の書き込みポインタの一致信号 |
| RQA≠WQA | 現在の読み出しポインタと現在の書き込みポインタの不一致信号 |
| SET | 空フラグ出力回路のフラグセット信号 |
| RES | 空フラグ出力回路のフラグリセット信号 |
| EF | 空フラグ |

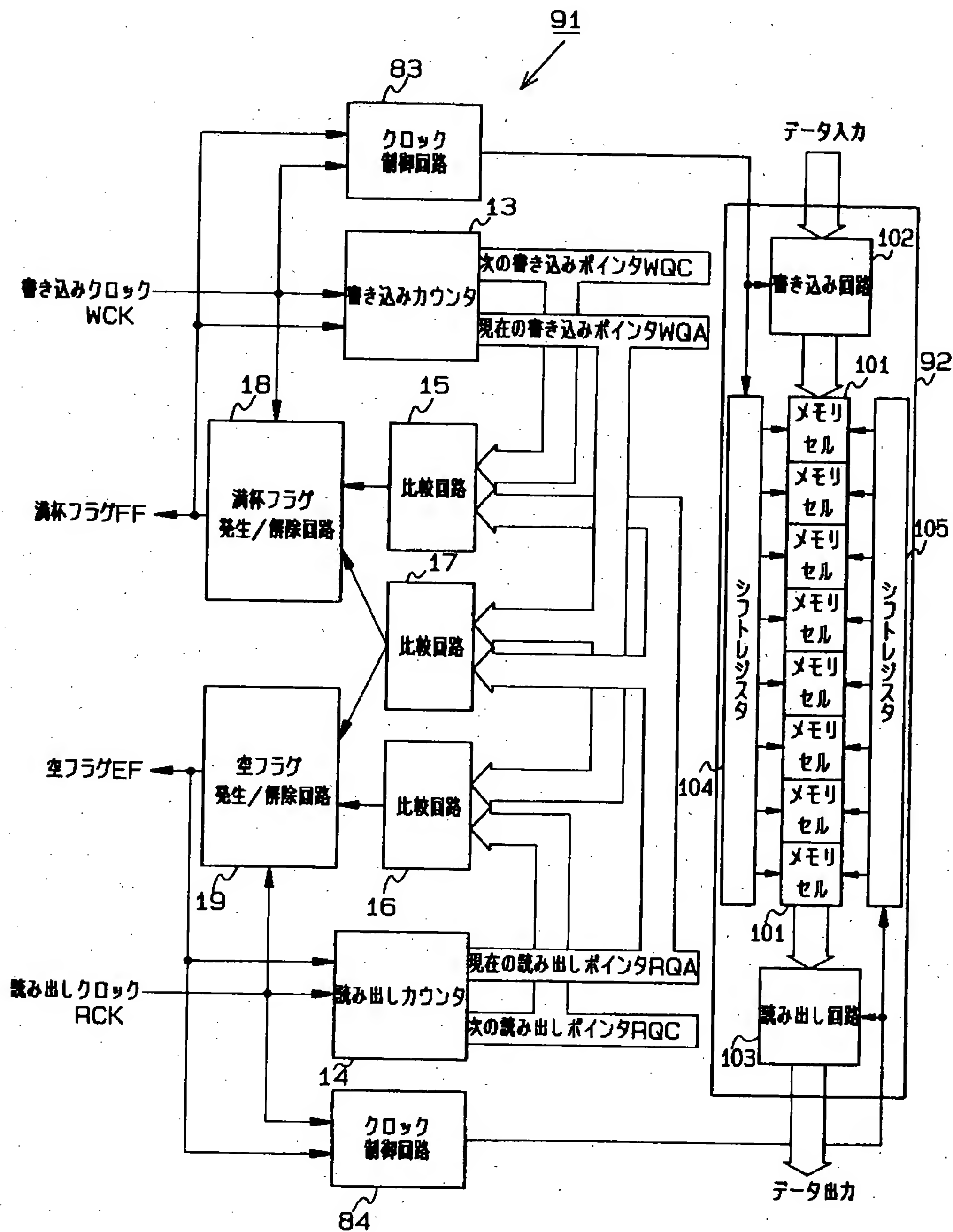
【図 13】

第二実施形態のFIFOメモリを示すブロック回路図



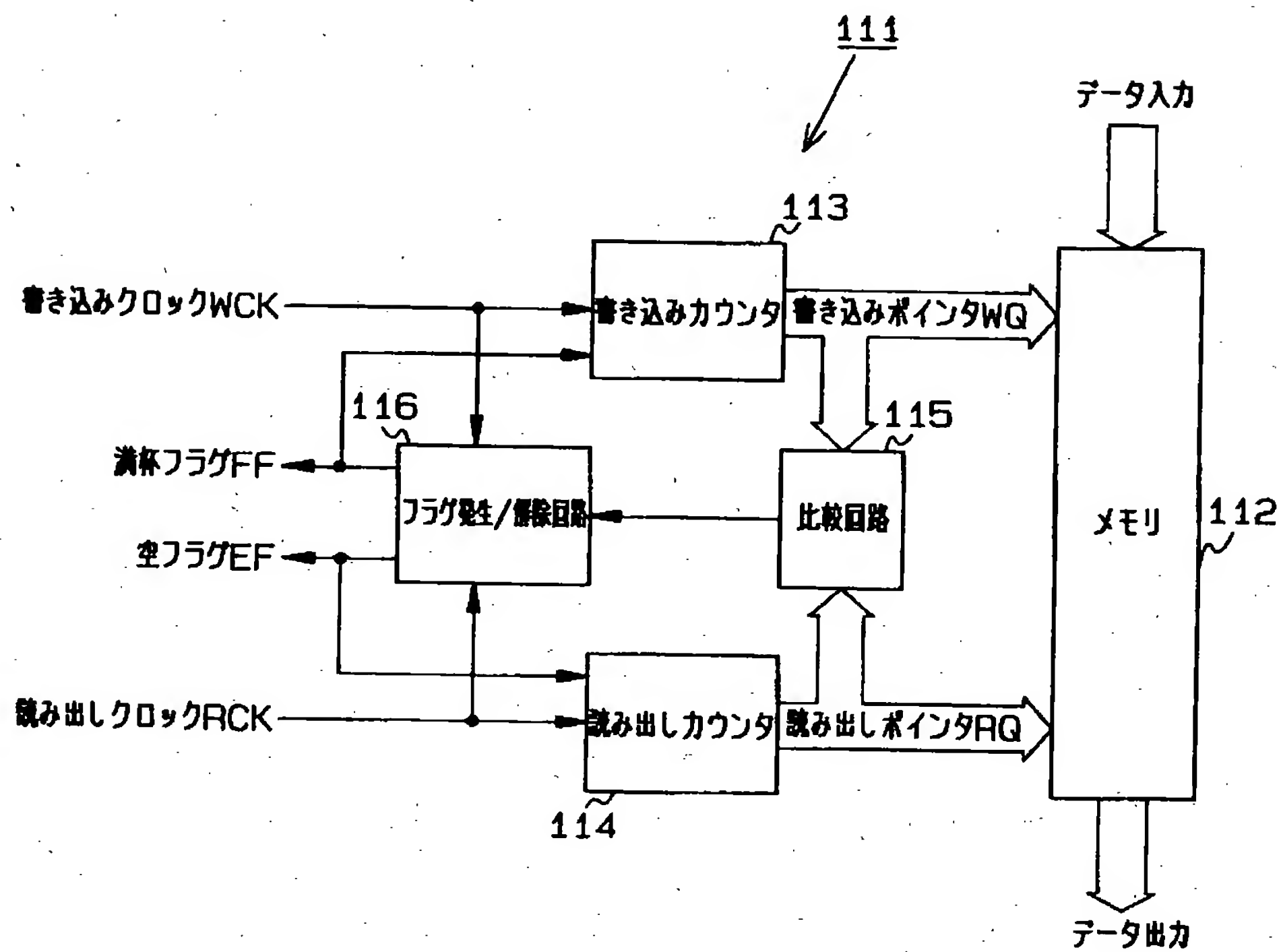
【図 14】

第三実施形態のFIFOメモリを示すブロック回路図



【図 1 5】

従来のFIFOメモリを示すブロック回路図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 システム全体の性能を維持しながらデータのオーバーフロー及びアンダーフローの発生を確実に防止することのできる F I F O メモリを提供すること。

【解決手段】 満杯フラグ発生／解除回路 1 8 は、次の書き込みポインタ W Q C と現在の読み出しポインタ R Q A が一致する状態で、満杯フラグ F F により制御された書き込み制御クロックが入力されると満杯フラグ F F を生成する。また、空フラグ発生／解除回路 1 9 は、次の読み出しポインタ R Q C と現在の書き込みポインタ W Q A が一致する状態で、空フラグ E F により制御された読み出し制御クロックが入力されると空フラグ E F を生成する。これにより、メモリ 1 2 が満杯状態或いは空状態となった場合の満杯フラグ F F 或いは空フラグ E F の発生が高速化される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社